SCIENCE DIMENSION

1975/6

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

SCIENCE DIMENSION

Vol. 7 No 6 1975

Contents / Sommaire

4 **Roadmaps to reality**
Researchers shape theory to reality to study the behavior of metals.

La route vers la réalité 5
La théorie appliquée à l'étude du comportement des métaux

8 **Row 24, seat 16**
Building management, designers and researchers get together in a major building evaluation.

Rang 24, siège 16 9
Directeurs, architectes et chercheurs coopèrent pour évaluer les grand édifices

12 **Printing by pressure**
Novel chemical coatings have unique advantages.

L'imprimerie par pression 13
Les avantages uniques de revêtements nouveaux

16 **Sharing what we know**
TIS spreads know-how in developing countries.

Formation et information 17
Le SIT partage son savoir avec d'autres pays

22 **Winter's artisan**
The applied aspects of a long-term research program are put to the solution of a present-day problem.

L'artisan de l'hiver 23
Un programme de recherches à long terme permet de résoudre un problème du jour

26 **Index**
January — December 1975.

Articles 26
janvier — décembre 1975

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada.

Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing an NRC credit is indicated. Where another copyright holder is shown, permission for reproduction should be obtained directly from that source.

Enquiries should be addressed to: The Editor, Science Dimension, NRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

La revue Science Dimension est publiée six fois l'an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada.

Les textes et les illustrations sont sujets aux droits d'auteur. La reproduction des textes, ainsi que des illustrations qui sont la propriété du Conseil, est permise aussi longtemps que mention est faite de leur origine. Lorsqu'un autre détenteur des droits d'auteur est en cause la permission de reproduire les illustrations doit être obtenue des organismes ou personnes concernés.

Pour tous renseignements, s'adresser à la rédactrice-en-chef, Science Dimension, CNRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-3041.

Managing Editor Loris Racine **Directeur**
Editor Joan Powers Rickerd **Rédactrice-en-chef**
Associate Editors Wayne Campbell, Dr. Wally Cherwinski **Rédacteurs-en-chef adjoints**
Designer and Print Supervisor Robert Rickerd **Maquettiste et contrôleur de l'impression**
Photography Bruce Kane **Photographie**
Printer Mortimer **Imprimeur**
31059-5-0001

Bird strike deterrent

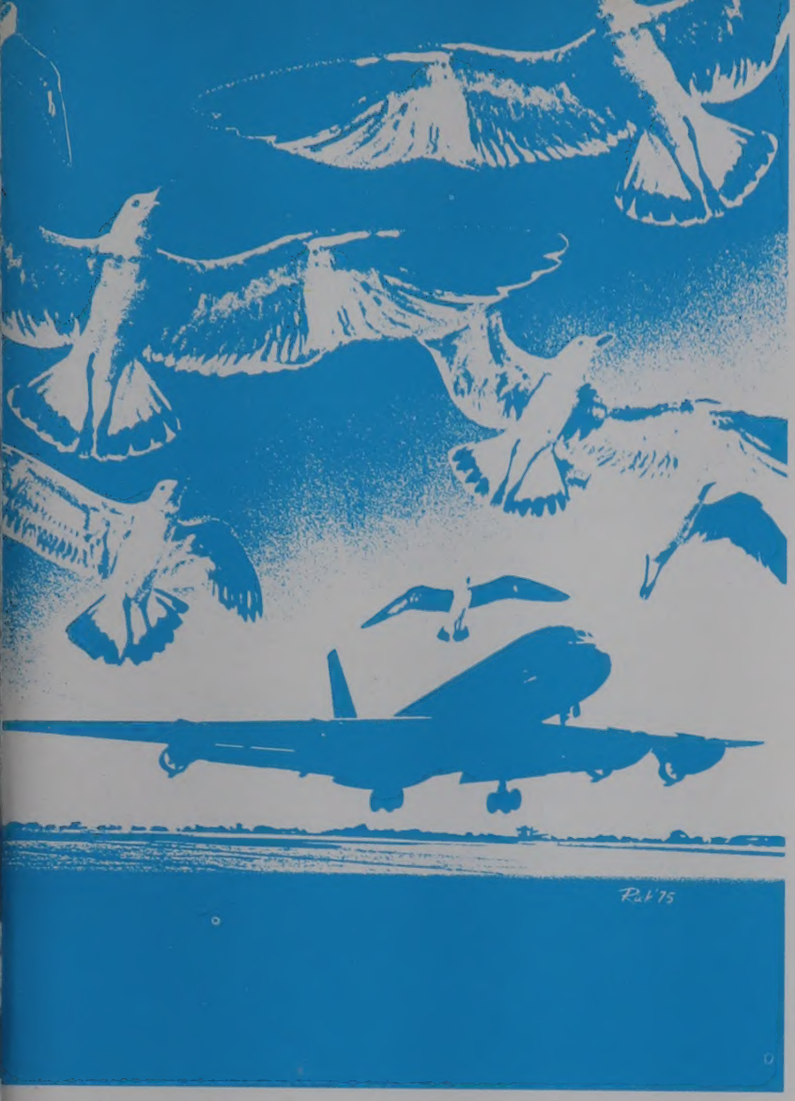
A feigned falco

Significant progress has been made in reducing the numbe of bird-aircraft collisions, but still much remains to be done. the speed aircraft travel today, the impact of even small birc can shatter a windshield, puncture a wing, or completely destroy a jet engine.

At Vancouver International Airport, when the usual dete rents such as shell crackers, gas cannons, use of live shot, and runway patrol vehicles failed to dispel large flocks of small shore birds called dunlins (sometimes numbering 8,000), the problem was brought to the attention of the National Research Council of Canada's Associate Committ on Bird Hazards to Aircraft. Studies were initiated using live falcons and radio-controlled model aircraft as deterrents. Th former method proved effective, but because of the costs involved in maintenance and training, falcons would be use only if other methods failed. The use of conventional-shape model aircraft did not have the desired effect.

Ornithologists advised the Committee that most birds a alerted by the shape of a predator. Would a falcon-shaped model aircraft then be more successful than a conventional shaped one?

Captain Robert Randall (right), a DC-8 pilot with CP Air who undertook to build a radio-controlled falcon-shaped model, is shown here with Captain Gordon Richardson, a member of the Committee. Trials were carried out last year and the results proved successful. Dunlins, ducks, gulls and geese treated the falcon-shaped model as a potential threa and were effectively dispersed from the area. It still has to b determined if, through repeated exposure to the model, the birds will learn that it is different from a live falcon and not a threat to them. Further testing will be required before the technique can be fully evaluated. □



Pour éviter les oiseaux
Un faucon simulé

CFTRI LIBRARY
MYSORE-2A
10 FEB 1976

On a fait des progrès importants pour réduire le nombre de collisions entre les oiseaux et les aéronefs mais il reste encore beaucoup à faire. La vitesse des aéronefs aujourd'hui est si grande que tout impact, même avec de petits oiseaux, peut faite éclater les pare-brises, percer les ailes ou détruire complètement un turboréacteur.

A l'aéroport international de Vancouver, les artifices habituels servant à décourager les oiseaux, comme les pétards, les canons à gaz, les tirs réels et les véhicules de patrouille des pistes, n'ont pas réussi à chasser de grandes bandes de petits oiseaux du rivage appelés alouettes de mer et dont le nombre atteint parfois 8 000. Le problème a donc été posé au Comité associé contre le péril aviaire du Conseil national de recherches du Canada. On a commencé des études à l'aide de faucons réels et de modèles réduits d'avions télépilotés pour décourager ces alouettes. Les faucons réels ont été très efficaces mais, en raison du coût impliqué pour les former à la chasse et s'en occuper, on ne les utilisera que si les autres moyens échouent. L'utilisation de modèles réduits d'avions de forme traditionnelle n'a donné aucun des résultats souhaités.

Les ornithologistes ont conseillé au comité d'utiliser le fait que la plupart des oiseaux prennent la fuite lorsqu'ils reconnaissent la forme d'un prédateur. En conséquence, est-ce qu'un modèle réduit d'aéronef ayant la forme d'un faucon donnerait de meilleurs résultats que le modèle réduit d'aéronef déjà utilisé?

Le capitaine Robert Randall (à droite), pilote de DC-8 de la compagnie CP Air, qui a entrepris de construire une maquette télépilotée en forme de faucon est, avec le capitaine Gordon Richardson, également sur la photo, membre du comité. Des essais de cette maquette ont été faits l'année dernière et les résultats ont été bons car les alouettes de mer, les canards, les mouettes et les oies ont été en effet dispersés dans cette zone. Il reste à déterminer si, à force de se servir de ce faucon artificiel, les oiseaux ne remarqueront pas enfin la différence entre cet instrument et le faucon réel. Il est nécessaire de faire d'autres essais avant que cette technique puisse être évaluée à fond. □

Theories of metallic behavior — Roadmaps to reality

Groups of researchers within the Division of Physics shape theory to reality in describing fundamental physical properties of metals.

Physics is wedded to theory. An important role of any physicist is to derive theoretical models which give a clear mathematical description of the physical laws by which matter behaves, intellectual templates which duplicate the mechanics of nature.

The test of any true theory lies in its accuracy and predictive strength; observable properties of the physical world must be predicted *a priori* from the derived model.

Groups of researchers within the National Research Council's Division of Physics are working at this interface between theory and reality to study different aspects of metallic behavior.

For example, metal physicists describe common physical properties of metals such as malleability or conductivity at the fundamental level of atomic theory.

Any metal crystal can be visualized as a regular, close-packed aggregate (lattice) of positively-charged atoms bound together by a sea of electrons. Unlike the situation with common covalent bonds, the binding electrons are not localized between atoms, but, rather, are shared by the entire crystal. The outermost electrons, which are weakly bound to the lattice, have a maximum energy called the Fermi level; this value is characteristic for each metal. These highest energy electrons are responsible for many of a metal's electrical and magnetic properties.

Researchers in the Metal Physics Section study these electrons through a form of atomic "mapping" by low temperature, de Haas-van Alphen (dHvA) experiments, in which single crystals of a metal are studied in a strong magnetic field. Much like the meteorologist who joins map readings of equal pressure into isobars, the metal physicist can construct a "Fermi surface" for each metal by mapping regions of constant electron energy on a three-dimensional momentum diagram.

In the simplest case, where the outermost electrons do not interact strongly with the lattice, the resulting Fermi surface is spherical. However, for most metals, the electrons' motion is affected by the lattice, and Fermi surfaces of uneven contour are obtained. Their topology corresponds to peaks and valleys of electron momentum.

"A thorough knowledge of Fermi surfaces provides an invaluable profile of electronic structure," explains Dr. Ian Templeton. "Recently, we have developed a new technique to examine both pure metals and alloys with unprecedented precision. In the latter cases, changes in the electronic properties of metals accompany alloying, and affect the shape and size of the Fermi surface."

The same conduction electrons described by the Fermi surface are also responsible for the important property of electrical conductivity in metals, an object of study in the High Temperature Physics Section.

For conducting materials such as copper, electrons can move freely through the lattice, transferring electrical charge as they do so. In an insulator, however, these electrons are bound tightly to the atoms.

Using this model, scientists in the past have tried, with limited success, to explain another metallic property, thermal conductivity or the transport of heat. The correspondence between thermal and electrical conductivity has been tempting since the main transport agents in both cases are the metal's valence electrons.

By studying the transport properties of metals at high temperatures, NRC physicists hope to piece together a more rigorous theoretical model of thermal conductivity. Eventually, by finding the elusive link between thermal and electrical conductivity theories, scientists may make predictions of one through their knowledge of the other.

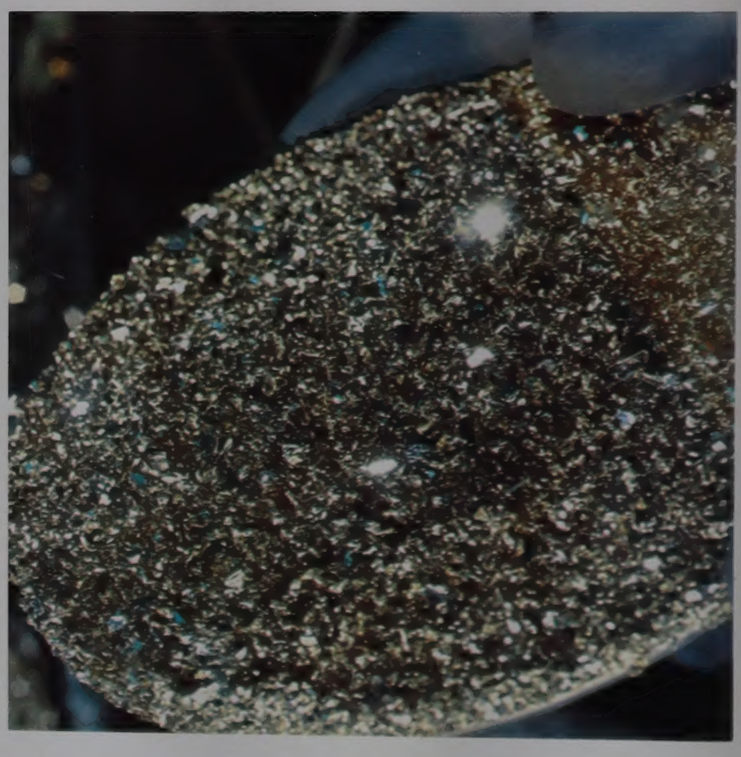
The High Temperature Physics Section is one of the few in the world able to measure thermal conductivity accurately over the temperature range 80 - 1 250°K (−193 − +977°C).

"Although our work is of a fundamental nature," says Dr. Marek Laubitz, "applications may follow with the increasing precision of thermal engineering. For example, predictions of heat transfer characteristics of metals at high temperatures are becoming an important aspect in the efficient extraction of heat from nuclear reactors."

Analogous to the role played by electrons in determining the conductivity properties of metals is that played by so-called dislocations in determining the mechanical properties. Almost any pure metal is soft and malleable because its crystals are made up of sheets of atoms arranged in parallel layers like playing cards in a deck. The assembly, like the deck, can deform easily as the crystal planes (similarly the cards) slip over one another. However, planes of atoms do not slide simultaneously over their whole area, but rather a boundary (called a dislocation line) between the slipped and unslipped regions of the atom plane, moves through the crystal.

The mechanical properties of metals depend on the ease with which dislocations can move. In a very pure metal which has been heated to high temperatures and then cooled, there are few obstacles to hinder dislocation motion and the material is soft and malleable.

Such metals can be made stronger by introducing obsta-



In studying high temperature thermal conductivity, physicists require metal specimens of consummate purity. These crystals of strontium were grown in an insulated container under an atmosphere of dry helium gas.

Pour étudier la conductivité thermique à haute température, les physiciens ont besoin d'échantillons de métaux de grande pureté. Ces cristaux de strontium se sont développés dans une enceinte isolée sous une atmosphère d'hélium sec.

Les théories du comportement des métaux
Les cartes vers la réalité

Des groupes de chercheurs de la Division de physique bâtissent des théories visant à refléter la réalité dans le domaine des propriétés physiques fondamentales des métaux.

Pas de progrès en physique sans partir d'une théorie! En conséquence, un rôle important de tout physicien est de dériver des modèles théoriques décrivant clairement en termes mathématiques les lois physiques selon lesquelles se comporte la matière; ces théories sont donc, en quelque sorte, des "gabarits" intellectuels reproduisant les phenomènes mécaniques de la nature.

La valeur d'une théorie, quelle qu'elle soit, repose sur sa précision et sur les prévisions qu'elle permet; des propriétés observables du monde physique peuvent être prévues *a priori* en partant du modèle dérivé.

Des groupes de chercheurs de la Division de physique du Conseil national de recherches travaillent à l'interface entre la théorie et la réalité pour étudier différents aspects du comportement des métaux.

Comme exemple, citons celui des physiciens qui décrivent les propriétés physiques communes des métaux, comme la malléabilité ou la conductivité, au niveau fondamental de la théorie atomique.

Tout cristal métallique peut être "visualisé" comme étant un aggrégat, ou réseau, régulier à remplissage serré d'atomes, de charge positive, liés ensemble par une "mer" d'électrons. A l'inverse de la situation à liaison covalente commune, les électrons de liaison ne se trouvent pas entre les atomes, mais sont plutôt partagés par le cristal entier. Les électrons à la périphérie et qui sont faiblement liés au réseau ont une énergie maximum appelée niveau de Fermi; cette valeur est caractéristique d'un métal. Ces électrons de la plus haute énergie sont à l'origine de nombreuses propriétés magnétiques et électriques d'un métal.

Les chercheurs de la section de la physique des métaux étudient ces électrons par l'intermédiaire d'une sorte de "carte" atomique obtenue à basse température, les expériences de Haas-van Alphen, au cours desquelles des cristaux uniques d'un métal sont étudiés dans un champ magnétique puissant. Un peu de la même manière que celle qui est utilisée par les météorologistes qui joignent tous les points de même pression pour obtenir les lignes appelées isobares, les métallurgistes peuvent obtenir une surface de Fermi pour chaque métal en cartographiant les régions d'énergie électronique constante dans le cadre d'un diagramme tridimensionnel des quantités de mouvement.

Dans le cas le plus simple où les électrons les plus proches de l'extérieur n'ont pas une forte interaction avec le réseau, la surface de Fermi résultante est sphérique. Toutefois, dans le cas de la plupart des métaux, le mouvement des électrons est affecté par le réseau et les surfaces de Fermi ont un contour irrégulier. Leur topologie correspond à des valeurs maximales et minimales de la quantité de mouvement électronique.

Le Dr. Ian Templeton nous a dit: "De bien connaître les surfaces de Fermi donne un profil précieux de la structure électronique. Récemment, nous avons mis au point une nouvelle technique pour examiner les métaux purs et les alliages avec une précision sans précédent. On a trouvé que les variations des propriétés électroniques des métaux composant un alliage se produisent au moment où l'on fait l'alliage et que ces variations affectent la forme et la grandeur de la surface de Fermi."

Les mêmes électrons de conduction représentés par la surface de Fermi sont aussi à la base de cette propriété importante appelée conductivité et faisant l'objet d'études à la section de la physique des hautes températures.

Dans le cas de matériaux bons conducteurs comme le cuivre, les électrons peuvent se déplacer librement dans le réseau et transférer ainsi une charge électrique. Dans un mauvais conducteur ces électrons sont au contraire fortement liés aux atomes.

A l'aide de ce modèle, on a autrefois essayé, avec un succès limité, d'expliquer une autre propriété des métaux, c'est-à-dire la conductibilité ou, si l'on préfère, le transfert de chaleur. On a souvent essayé d'établir une correspondance entre la conductivité et la conductibilité car les principaux agents de transport, dans les deux cas, sont les électrons de valence du métal.

En étudiant les propriétés de transfert des métaux à haute température, les physiciens du CNRC espèrent bâtir un modèle théorique plus rigoureux de la conductibilité. S'ils peuvent établir un lien, jusqu'ici insaisissable, entre la théorie de la conductibilité et celle de la conductivité, ils pourront faire des prévisions concernant l'un des domaines en utilisant leurs connaissances de l'autre.

La section de la physique des hautes températures est l'une des rares sections au monde capable de mesurer la conductibilité avec précision dans une gamme allant de 80 à 1250 K (de −193 à +977°C.).

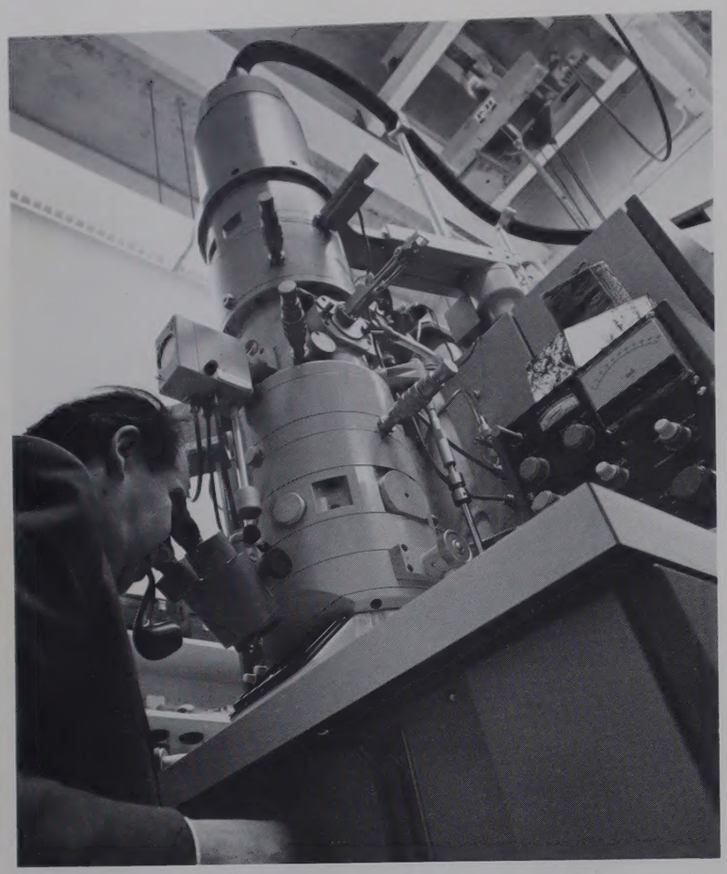
Le Dr Marek Laubitz, chef de la section, nous a dit: "Quoique nos recherches soient fondamentales, des applications peuvent suivre en raison de la précision croissante de la thermodynamique appliquée. Ainsi, des prévisions des caractéristiques du transfert de chaleur dans les métaux aux températures élevées deviennent importantes dans le domaine de l'extraction efficace de la chaleur donnée par les réacteurs nucléaires."

Le rôle des dislocations dans la détermination des propriétés mécaniques des métaux est analogue à celui des électrons dans la détermination de la conductivité. Presque tous les métaux purs sont mous et malléables car leurs cristaux sont faits de couches d'atomes empilées les unes sur les autres un peu de la même manière que des cartes à jouer. Comme les cartes peuvent glisser les unes sur les autres, ces "feuilles" d'atomes le peuvent également mais pas simultanément d'un seul bloc sur toute la surface car il y a dislocation et certaines régions du plan glissent alors que d'autres restent sur place ou prennent du retard du fait de certains obstacles. Les propriétés mécaniques des métaux dépendent de la facilité avec laquelle ces dislocations peuvent se déplacer. Dans un métal très pur qui a été chauffé à haute température, puis refroidi, on trouve peu d'obstacles pour empêcher le mouvement des dislocations et ce matériau est mou et malléable. On peut renforcer ces métaux en y introduisant beaucoup d'obstacles pour gêner le mouvement des dislocations autant que possible et l'on dispose de nombreuses techniques pour y parvenir.

Comme exemple citons celui du forgeron qui durcit une barre de fer en la martelant sur son enclume. Au niveau microscopique, le forgeron augmente énormément le nombre de dislocations à chaque coup de marteau. Lorsque leur nombre est suffisamment grand pour que ces dislocations se gênent les unes les autres, un peu à la manière des gens qui s'engouffrent dans les métros, autobus et trains aux heures de pointe, le métal écroui devient beaucoup plus résistant.

Dans les laboratoires de la section de la physique des métaux, les chercheurs soumettent les cristaux métalliques à des variations de contraintes et de température tout en testant différents mécanismes impliquant les dislocations de différentes structures cristallines. En outre, le comportement des dislocations est examiné avec l'aide de techniques avancées basées sur l'utilisation de modèles mathématiques.

Le Dr Zbigniew Basinski nous a dit: "Il est très important



By focussing on dislocations (boundary lines between slipped and unslipped regions of an atom plane) in deformed metal crystals, physicists seek a more detailed theory of metal hardening. These dislocations (right) are readily visible under the transmission electron microscope as thin black lines tangled up against a clear background.

En focalisant sur les dislocations (lignes délimitant les régions qui ont glissé des autres régions dans un plan atomique) dans des cristaux métalliques déformés, les physiciens cherchent à établir une théorie plus détaillée du durcissement des métaux. Ces dislocations peuvent être examinées de près dans l'encadré grâce au microscope électronique à transmission et apparaissent comme de minces lignes noires enchevêtrées sur fond clair.

cles which will stop the dislocations from moving. This can be achieved in many ways.

For example, a blacksmith finds that an iron spike hardens after repeated hammering on his anvil. At a microscopic level, the blacksmith increases the number of dislocations enormously with every stroke. When their density in the metal is so great, the dislocations impede each others' motion like rush-hour traffic. As a result, the cold-worked metal becomes much stronger.

In the laboratories of the Metal Physics Section, researchers subject metal crystals to variations in stress and temperature while testing various mechanisms involving dislocation for different crystal structures. In addition, dislocation behavior is examined with the aid of advanced computer-modelling techniques.

"It is very important to understand dislocations," says Dr. Zbigniew Basinski. "We must learn how to impede them to obtain desired properties such as strength, but at the same time to avoid stopping them completely. That is, if we make dislocation movement impossible, the metals will become brittle leading to such results as the snapping of a steak knife or the collapse of a bridge."

Another method of hardening pure metals is through alloying. For example, when mixed with impurities of carbon or tin, the relatively weak metals iron and copper are transformed into the stronger, more rigid materials steel and bronze. Through modern technology, giant aircraft can be constructed from materials which, when pure, are so soft they can be scratched easily with a fingernail.

It is known that alloying replaces some of the atoms in the pure metal's lattice with atoms of a different kind. In effect, the foreign atoms provide obstacles to the motion of dislocations. This theory implies that both the concentration and nature of the impurity are important to its effect on hardening.

Unexpectedly, NRC physicists have found otherwise. In fact, they discover, hardening depends much more on the "solvent" or host metal than on the kind or concentration of impurity. For example, copper-, gold-, and silver-based alloys behave similarly, and the hardening of each can be described by only one parameter, quite independent of the impurity added.

"It seems that the most important factor in any description is the response of a dislocation to the presence of an impurity rather than some active characteristic of the impurity itself," explains Dr. Basinski. "We hope to explain this surprising result by carrying out a major re-examination of existing alloy-hardening theories."

One further aspect to the work is a study of the fundamental mechanism of fatigue, a process by which metals often tire and eventually fail in service. Recently, the Metal Physics group has found that metals can be "trained" and that failure is aggravated by suddenly changing the conditions of deformation imposed on them. An understanding of the training process may mark an important step towards elucidating the mechanism of fatigue as well as expanding further the theorist's base of knowledge concerning the properties of metals. □

W.J. Cherwinski

de comprendre ce que c'est que les dislocations car nous devons trouver les moyens de les empêcher de glisser afin d'obtenir les propriétés souhaitées, comme la résistance mais aussi, en même temps, d'éviter de bloquer complètement leur mouvement. Autrement dit, si nous rendons le mouvement des dislocations impossible, les métaux deviennent cassants ce qui fait que, par exemple, un couteau pourrait se briser soudainement en coupant de la viande dans une assiette.

On peut aussi durcir les métaux purs en les alliant à d'autres métaux. Ainsi, par exemple, si l'on met des impuretés, comme le carbone ou l'étain dans des métaux relativement mous comme le fer et le cuivre, on obtient respectivement de l'acier et du bronze qui sont des matériaux plus résistants et plus rigides. Grâce à la technologie moderne, il est possible de construire des avions géants à l'aide de matériaux qui, à l'état pur, sont si mous qu'il est possible de les rayer avec l'ongle.

On sait que, dans les alliages, un certain nombre des atomes dans le réseau de métal pur sont remplacés par des atomes d'une autre espèce. Les atomes étrangers constituent en effet des obstacles au mouvement des dislocations. Cette théorie implique donc que la concentration et la nature des impuretés sont importantes en ce qui concerne le durcissement.

Les physiciens du CNRC ont trouvé le contraire alors qu'ils ne s'y attendaient pas. En fait, ils ont découvert que le durcissement dépend beaucoup plus du solvant, c'est-à-dire du métal hôte, que de la nature ou de la concentration de l'impureté. Ainsi, par exemple, les alliages à base de cuivre, d'or et d'argent se comportent d'une manière similaire et le durcissement de chacun d'eux peut être décrit par un seul paramètre tout à fait indépendant des impuretés ajoutées.

Le Dr Bazinski nous a dit: "Il semble que le facteur le plus important est la réponse d'une dislocation à la présence d'une impureté plutôt qu'une caractéristique due à l'impureté elle-même. Nous espérons expliquer ce résultat surprenant en réexaminant profondément les théories existantes sur le durcissement des alliages."

Un autre aspect des travaux se trouve être une étude du mécanisme fondamental de la fatigue, processus selon lequel les métaux se fatiguent et se brisent en service. Récemment, le groupe de la physique des métaux a trouvé que les métaux peuvent être "entraînés" à résister à la fatigue et que la rupture est aggravée par le changement soudain des conditions de la déformation imposée. Il est possible que de mieux comprendre ce processus d'"entraînement" puisse constituer un progrès important pouvant éclaircir le mécanisme de la fatigue tout en permettant d'augmenter les connaissances de base des théoriciens sur les propriétés des métaux. □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

A spark erosion technique is used to cut small single-crystal samples for experiments in metal physics. The fine cutting filament is visible near the top of the single-crystal ingot of gold-based alloy (center). The entire cutting operation is carried out in a kerosene-filled bath.

Grâce au polissage par étincelles on peut découper de petits échantillons de mono-cristaux servant aux expériences en physique des métaux. Le filament de coupe très fin est visible près de la partie supérieure du lingot composé d'un mono-cristal d'un alliage à base d'or (au centre). Le découpage se fait dans un bain de kérosène.

Hans Blohm

Crowd egress —
Row 24, seat 16

Crowd egress studies are providing information for improved building regulations and better guides for the design of buildings.

The year: 1845; the place: Canton, China. What began as a pleasant theatre performance ended in the largest loss of life in a single building fire yet recorded, when over 1,600 people perished.

A soccer match in progress in Glasgow, Scotland, in 1971, was not a particularly interesting game. Large numbers of people decided to leave the grandstand. Minutes later, the score was tied. As people surged back to the game, several barricades on a wide stairway collapsed and 66 people were killed.

These two events, over a century apart and in different parts of the world, have one common denominator — both are concerned with crowd egress, the movement of large numbers of people out of buildings.

Crowd egression is an area which even today has been only sparsely explored. At the present time, only a few researchers in North America are working on crowd movement in buildings and perhaps the most active of these is Mr. Jake Pauls of the National Research Council of Canada's Building Design and Use Section, Division of Building Research. In 1969, two years before the Glasgow incident, he completed his undergraduate thesis in architecture. The topic: how people respond to fire emergency situations in high buildings. Later that year, British Columbia Hydro planned an evacuation of their 22-storey office building, and because Mr. Pauls had studied the problems involved, he was asked to supervise observations of the evacuation.

"It appears, from the study of fire safety literature that this was the first time that an evacuation of a high building was documented in such detail," says Mr. Pauls.

This, in turn, led to an invitation by Canada's Dominion Fire Commissioner to conduct observations of a variety of evacuation exercises in federal government-occupied buildings in Ottawa. Between 1970 and 1974, nearly 40 test evacuations involving some 20,000 evacuees were observed in office buildings ranging between eight and 29 storeys in height.

"Our objective," says Mr. Pauls, "is to develop information in an area where not very much exists, in order to produce improved building regulations and better guides for the design of buildings."

In Canada, research officers with NRC's Division of Building Research are technical advisers to the committees that prepare the model codes known as the National Building Code of Canada and the National Fire Code of Canada. This facilitates a two-way exchange so that up-to-date information is made available to committees and new areas for research are identified. This exchange has been particularly significant for the Division's Building Design and Use Section, "which," explains Mr. Pauls, "has a major goal of developing information on the human requirements in buildings, particularly requirements relating to safety."

Research in the area of architectural design has advanced very slowly. The design guides used by the designer and building codes which greatly influence how a building is built are based on only limited research. In some cases, the guidance given to designers and the assumptions underlying safety rules are in error.

"In the past, 'rule of thumb' formulas have been applied to the design of buildings," explains Mr. Pauls. "Many of these become fixed in practice and end up in print. Today, many of the old 'rules' no longer apply, especially as they relate to high-rise structures, and this is why we have to go back to re-examine them."

Preliminary findings in the high-rise office evacuations proved to be a typical case. Conventional codes regulate stairs on the basis of 22-inch (55 cm) widths, assuming that people descend shoulder to shoulder. Mr. Pauls' observations showed that shoulder-to-shoulder movement is rare and that people usually try to locate themselves on stairs so as to maximize the spacing or "body buffer zone" between them.

Another long-standing misconception concerns the flow of people on stairs. Existing literature suggests a flow of up to 45 persons per minute per 22 inches (55 cm) of stair width. However, Mr. Pauls found that this was only possible in experimental situations involving people who were specially instructed and motivated. Depending on a number of conditions including evacuee's use of heavy outdoor clothing, the mean flows he observed ranged between 20 and 30 persons per minute. With crowd flows on stairs much smaller than previously assumed, the actual total evacuation times for buildings were 50 to 100 percent longer than previously predicted.

These findings are particularly timely in view of the fact that major changes are being made in building and fire codes in North America to deal with the problems of fire in high buildings, "and one important aspect is the reassessment of the role of evacuation as a life-safety measure," says Mr. Pauls.

The need for studies of crowd egress from grandstands became evident in 1972 when a new triple-tiered, 17,000-seat

L'évacuation des foules
Rang 24, siege 16

Les études sur l'évacuation des foules fournissent des renseignements conduisant à de meilleurs règlements sur les bâtiments et à de meilleurs lignes directrices pour concevoir ces bâtiments.

L'année: 1845; le lieu: Canton, en Chine. Ce qui avait commencé par une représentation théâtrale agréable s'est terminé par la plus grande perte en vies humaines, pour l'époque, causée par l'incendie d'un seul bâtiment, puisque 1 600 personnes ont péri.

Un match de football à Glasgow, en Écosse, en 1971, n'était pas particulièrement intéressant. Un grand nombre de spectateurs avaient donc décidé de quitter le stade. Lorsque quelques minutes plus tard, les deux équipes étaient à égalité, les spectateurs se sont donc précipités de nouveau dans les gradins; c'est alors que plusieurs rambardes d'un grand escalier se sont effrondrées causant la mort de 66 personnes.

Ces deux événements, séparés dans le temps par un siècle et ayant eu lieu dans différentes parties du monde, ont un dénominateur commun: tous les deux se rapportent à l'évacuation des foules se trouvant dans des bâtiments.

L'évacuation des foules est un domaine qui, même aujourd'hui, n'a pas été vraiment exploré. Actuellement, il n'y a que quelques chercheurs en Amérique du Nord qui étudient le mouvement des foules dans les bâtiments et peut-être l'un des plus actifs se trouve à être M. Jake Pauls, de la section des concepts et de la destination du bâtiment de la Division des recherches en bâtiment du Conseil national de recherches du Canada. En 1969, deux années avant l'accident de Glasgow, M. Pauls terminait sa thèse d'architecture au niveau sous-gradué. Le sujet en était: comment les gens se comportent-ils dans le cas d'urgence causée par le feu dans les bâtiments de grande hauteur? Plus tard, cette année-là, la "British Columbia Hydro" étudiait l'évacuation de ses bureaux dans son édifice de 22 étages et, comme M. Pauls avait étudié ce type de problème, on lui a demandé de superviser les observations faites au cours des évacuations.

Il nous a dit: "Il est apparu, de l'étude des documents sur la sécurité en cas d'incendie, que c'était la première fois que l'évacuation d'un édifice de grande hauteur faisait l'objet d'une documentation si détaillée."

Cette expérience, à son tour, a conduit à une invitation de la part du Commissaire fédéral des incendies, à diriger les observations concernant une variété d'exercices d'évacuation dans les édifices fédéraux à Ottawa. Entre 1970 et 1974, près de 40 essais d'évacuation ont impliqué 20 000 personnes environ qui ont été observées dans ces édifices dont la hauteur était de 8 à 29 étages.

Ecoutons M. Pauls: "Notre objectif est d'acquérir des renseignements dans un domaine où il n'y a que très peu de façon de définir des règlements améliorés concernant les bâtiments et de meilleures lignes de conduite pour concevoir ces édifices."

Au Canada, les chercheurs de la Division des recherches en bâtiments du CNRC sont des conseillers techniques auprès des comités qui préparent les codes modèles connus sous le nom de Code national du bâtiment du Canada et de Code national de prévention des incendies. Ainsi, les échanges dans les deux sens sont facilités de sorte que des renseignements à jour sont rendus disponibles pour les comités et que de nouveaux domaines de recherche sont identifiés. Ces échanges ont été particulièrement importants pour la section qui, nous a expliqué M. Pauls, "a pour but majeur de se procurer de plus amples renseignements sur les conditions requises dans les bâtiments, plus particulièrement en ce qui concerne la sécurité des personnes qui s'y trouvent".

La recherche dans le domaine de la conception architecturale a progressé très lentement. Les lignes directrices à la base des concepts utilisés par les architectes et les codes qui ont une grande influence sur la manière dont sont construits les édifices ne sont basés que sur une recherche limitée. Dans certains cas, les lignes directrices données aux architectes et les suppositions à la base des règles de sécurité sont dans l'erreur.

M. Pauls nous a expliqué: "Par le passé, des formules déterminées à vue de nez ont été appliquées dans la construction. Parmi elles, nombreuses sont celles qui sont rentrées dans la pratique et ont même été imprimées. Aujourd'hui, beaucoup de ces vieilles "règles" ne s'appliquent plus surtout lorsqu'il s'agit d'une structure élevée et c'est pourquoi il nous faut les réexaminer."

Les résultats préliminaires obtenus dans le cas de l'évacuation des édifices de grande hauteur se sont révélés constituer un cas type. Les codes traditionnels précisent que les escaliers doivent avoir une largeur de 22 pouces ((55 cm), ce qui suppose que les gens qui les descendent sont au coude à coude. Les observations de M. Pauls ont montré que le mouvement en coude à coude est rare et que, habituellement, les gens essaient de descendre en ayant pour eux-mêmes le maximum d'espace.

Une autre vieille faute de conception se rapporte à l'écoulement des gens dans les escaliers. Dans les documents existants on trouve que cet écoulement peut atteindre un débit de 45 personnes par minute dans de tels escaliers. Toutefois, M. Pauls a trouvé que ce débit n'est possible que dans des situations expérimentales impliquant des gens qui

Cameras, tape recorders and two-way radios are used by observers to study crowd movement.

Les observateurs qui étudient le mouvement des foules se servent de caméras, d'enregistreurs à bandes magnétiques et de communications radio.

Crowd leaves Calgary grandstand via escalators. Note lack of channelization before permanent railings were installed.

La foule quitte les tribunes de Calgary par ascenseur. A noter la congestion avant que des rails de guidage permanents aient été installés.

grandstand was being planned for Calgary, Alberta. The proposed grandstand, to be completed in 1974, was to be over seven storeys high, 600 feet (180 m) long, and contain 200 flights of stairs and stepped aisles. Building designers and officials of the city of Calgary asked the Division of Building Research to provide information on evacuation times and on crowd flow down stairs.

In order to complement the evacuation studies of office buildings, the Building Design and Use Section began, in 1973, to observe the movement of people after grandstand shows, football games and theatre performances in Ottawa. This pilot study tested observation methods and provided preliminary data describing crowd movement as influenced by various configurations of seating, aisles, passageways, stairs and ramps.

At the National Arts Centre, for example, the Opera, which has a continental seating arrangement for some 2,300 people, clears in one to two minutes. The Theatre, on the other hand, which has a mixed-aisle continental system and is much smaller, takes twice as long to clear.

In the case of grandstands, these structures are in the open and the risks of fire are not so great as in enclosed high-rise buildings or theatres. "We are not only studying emergency situations," continues Mr. Pauls, "but normal evacuations — those which occur every day, or several times a day. However, the important thing is not whether there is an emergency situation, but how people perceive the situation. For example, an injury or even a large-scale emergency may occur as a result of one person falling."

The Calgary grandstand uses stairs (rather than ramps as in most grandstands) for egress, as well as escalators. When it was first used at maximum occupancy in July 1974, during the Calgary Stampede, Mr. Pauls and Mr. P.L. Li, Chief Building Inspector for the City of Calgary, organized the extensive observation effort required to assess the new grandstand's egress facilities.

"This particular study was important," Mr. Pauls points out, "because it was one of the first occasions that a building inspection department had worked with a research agency to carry out the evacuation of a building. We had to determine if egress from the building really worked with reduced exit stairs designed to perhaps one-third of what was required in the code. We wanted to see what kind of information we could gather from this building which would help designers of other buildings, perhaps by changing the code. We found that although the building is underdesigned relative to the building code as far as the exit stairs are concerned, it clears extremely fast."

While the stairs created no problem, the escalators did. People hesitated while moving from one escalator to another and began to crowd together. With the large numbers involved, people could have been badly injured. Mr. Pauls made recommendations to temporarily correct this situation during the Stampede, and permanent railings were later installed.

"It appears that the more railings and more channelization provided, the better the crowd movement," he says.

With the building of a new 7,800-seat upper tier at Ottawa's Landsdowne Park stadium there was an opportunity to explore this hypothesis. The designer and City of Ottawa Building Inspection Department, after consulting with Mr. Pauls, revised the configuration of aisles to produce greater channelization of crowd movement than was the case with the comparable lower tier of existing seats. Upon completion and first use of the new tier of seating in August 1975, Mr. Pauls conducted observations of crowd flow in both the older lower tier and the newer upper tier. Analysis of video tape and films of crowd movement is now under way.

Another opportunity to study a new grandstand also presented itself last summer with the first use of a new section of over 15,000 seats in Toronto's CNE Stadium. With this building, as with those in Calgary and Ottawa, considerable cooperation of grandstand management authorities facilitated the detailed observations made by Mr. Pauls and other NRC researchers.

"These studies are excellent examples of what can be accomplished when persons representing building management, design regulations, and research are involved jointly in a major building evaluation," concludes Mr. Pauls. "Besides influencing future design modifications and operating procedures for the observed grandstands, results of the study should contribute to safety regulations and the design and operation of other grandstands." □

Joan Powers Rickerd

ont reçu des instructions en rapport avec l'expérience. Selon certaines conditions, dont le port de gros vêtements de protection contre le froid, les écoulements moyens observés n'ont donné qu'un débit de 20 à 30 personnes par minute. Dans le cas où les escaliers d'évacuation étaient beaucoup plus petits, les durées d'évacuation totale relevées ont été de 50 à 100% plus longue que prévues.

Ces résultats parviennent juste à temps en raison du fait que des changements majeurs sont en cours dans les codes du bâtiment et de lutte contre l'incendie en Amérique du Nord afin de trouver des solutions aux problèmes du feu dans les édifices élevés et, nous a dit M. Pauls, "l'un des aspects importants est la réévaluation du rôle de l'évacuation comme moyen de sauver des vies humaines".

Le besoin de faire des études sur l'évacuation des foules de tribunes est devenu évident en 1972 lorsque de nouvelles tribunes à trois étages et de 17 000 sièges étaient en cours de planification pour la ville de Calgary, dans l'Alberta. Les tribunes proposées devaient être terminées en 1974, être plus hautes que des maisons de sept étages tout en ayant 600 pieds (180 m) de longueur et 200 escaliers ou ailes en escalier. Les architectes et les représentants de la municipalité de Calgary ont demandé à la Division des recherches en bâtiment de leur fournir des renseignements sur les durées de l'évacuation et sur l'écoulement des foules dans les escaliers.

Afin de compléter les études sur l'évacuation des édifices contenant des bureaux, la section a commencé en 1973 à observer le mouvement des gens sortant des tribunes après les spectacles, les jeux de football et les représentations théâtrales à Ottawa. Cette étude pilote a permis d'essayer des méthodes d'observation et elle a fourni des données préliminaires décrivant le mouvement des foules en fonction de différentes configurations des places assises, des ailes, des passages, des escaliers et des rampes.

Au Centre national des arts, par exemple, l'Opéra, qui est équipé d'une configuration de sièges dite "continentale" pour 2 300 personnes, se vide en une à deux minutes. Le Théâtre, d'un autre côté, qui est équipé d'un système à ailes mixtes dit "continental" et qui est beaucoup plus petit, demande deux fois plus de temps pour être évacué.

Dans le cas de tribunes de stades, ces structures sont à l'extérieur et le risque de feu n'est pas aussi grand que dans un édifice élevé ou dans un théâtre. M. Pauls a continué: "Nous n'étudions pas seulement les conditions d'urgence mais l'évacuation normale de tous les jours, qui peut avoir lieu plusieurs fois par jour. Toutefois, la chose importante n'est pas de savoir s'il existe une urgence ou non, mais comment les gens perçoivent la situation. Ainsi, par exemple, il suffit qu'une personne tombe pour qu'il ait des blessures ou même que la situation atteigne des proportions d'urgence."

Les tribunes de Calgary utilisent des escaliers plutôt que des rampes comme dans la plupart des tribunes de stades pour l'évacuation et aussi pour monter. Lorsqu'elles ont été utilisées pour la première fois à occupation maximum, en juillet 1974, au cours du "Calgary Stampede", M. Pauls et M. P.L. Li, inspecteur-en-chef pour les bâtiments de la ville de Calgary, ont fait des observations étendues nécessaires pour évaluer les nouvelles installations d'évacuation des tribunes.

M. Pauls nous a fait remarquer: "Cette étude particulière était importante parce qu'elle était l'une des premières occasions au cours desquelles un service d'inspection des bâtiments a travaillé avec un organisme de recherche pour faire évacuer un bâtiment. Nous devions déterminer si l'évacuation pourrait se faire correctement en ne disposant que d'un nombre réduit d'escaliers de sortie conçus pour un tiers environ de ce que le code imposait. Nous voulions voir quelle sorte de renseignements nous pourrions nous procurer à

Ottawa's Lansdowne Park stadium has wide exterior ramps for egress rather than the interior stairs and escalators used in Calgary.

Le stade du Parc Lansdowne, à Ottawa, dispose de larges rampes extérieures pour l'évacuation plutôt que d'escaliers intérieurs et d'ascenseurs comme à Calgary.

l'aide de cette construction dans le but d'aider les architectes d'autres édifices, peut-être en changeant le code. Nous avons trouvé que quoique cette construction avait été conçue avec moins d'escaliers qu'il n'en était prévu selon le code du bâtiment, la foule s'écoulait extrêmement vite."

Mais si les escaliers n'ont pas posé de problèmes, il n'en a pas été de même pour les ascenseurs. Les gens hésitaient et allaient d'un ascenseur à l'autre ce qui a conduit à une mauvaise circulation. Des centaines de gens auraient pu être blessés sérieusement. M. Pauls a fait des recommandations permettant de rectifier temporairement cette situation au cours du Stampede et des glissières, ou rails de guidage, ont été plus tard installés pour guider les gens.

M. Pauls nous a dit: "Il semble que plus on utilise ces rails de guidage, plus les gens sont orientés et guidés, mieux la foule s'écoule."

On a pu explorer cette hypothèse grâce à la construction de l'étage supérieur de 7 800 sièges du stade du Parc Lansdowne, à Ottawa. L'architecte et le Service de l'inspection des bâtiments de la ville d'Ottawa, après avoir rencontré M. Pauls, ont revu la configuration des ailes pour obtenir une meilleure orientation et un meilleur écoulement des foules que ce qui avait été obtenu avec l'étage comparable plus bas. Ce nouvel étage a servi pour la première fois en août 1975 et M. Pauls a pu faire des observations sur l'écoulement des foules émanant de l'étage inférieur et du nouvel étage supérieur. Une analyse de films et de bandes vidéo sur le mouvement de la foule a maintenant lieu.

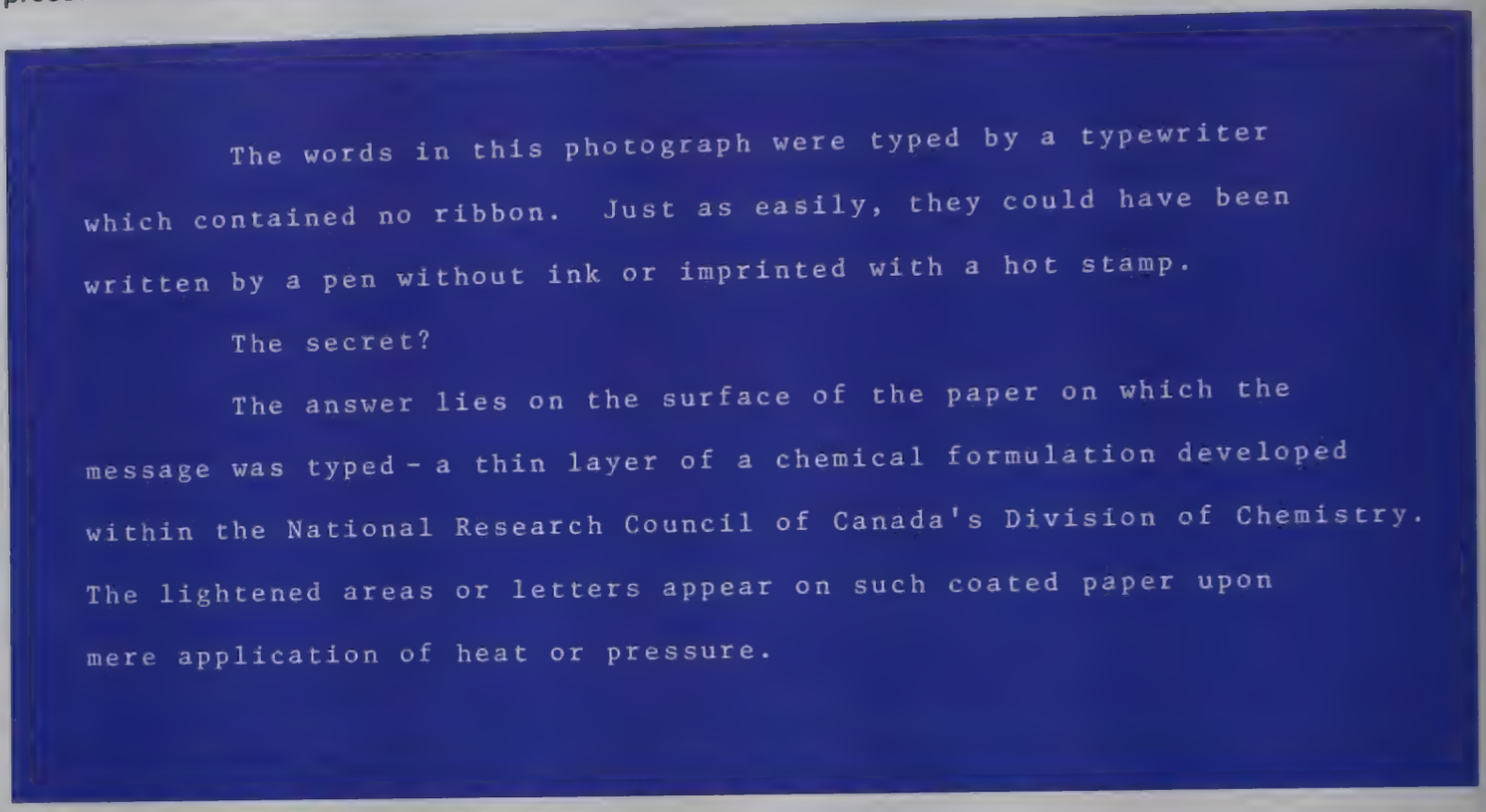
Une autre occasion d'étudier de nouvelles tribunes s'est aussi présentée l'été dernier lorsqu'on a utilisé pour la première fois une nouvelle section de plus de 15 000 sièges du stade CNE de Toronto. Dans ce dernier cas, comme à Calgary et à Ottawa, la grande coopération offerte par les autorités de direction de ces tribunes a facilité les observations détaillées faites par M. Pauls et d'autres chercheurs du CNRC.

Et M. Pauls de conclure: "Ces études sont des exemples excellents de ce que l'on peut faire lorsque les personnes qui représentent la direction de ces édifices, celles qui sont chargées de définir des règlements de construction et celles qui font les recherches, travaillent conjointement à l'évaluation d'un grand édifice. Tout en influençant les modifications futures de la conception et les procédures d'utilisation de ces tribunes, les résultats de l'étude devraient contribuer à la définition de règlements de sécurité, à la conception et à l'utilisation d'autres tribunes." □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

Novel chemical coatings allow Printing by pressure

Clean, non-smearing coatings make printing possible in a variety of colors by the mere application of heat or pressure to a treated surface.


The words in this photograph were typed by a typewriter
which contained no ribbon. Just as easily, they could have been
written by a pen without ink or imprinted with a hot stamp.
The secret?
The answer lies on the surface of the paper on which the
message was typed - a thin layer of a chemical formulation developed
within the National Research Council of Canada's Division of Chemistry.
The lightened areas or letters appear on such coated paper upon
mere application of heat or pressure.

The basis in theory for such effects is that the light-scattering properties of solids (hence their color) is changed by altering their particle size. For example, when transparent substances such as glass, ice and some organic and inorganic crystals are broken into pieces, their apparent color becomes progressively whiter. This phenomenon is caused by the scattering of light by the small irregular surfaces produced and is optimized where there is a large difference between the refractive index of the small particles and of the surrounding medium.

Similarly, tinted transparent materials such as hydrated copper sulphate (blue) also become whiter on subdivision. Conversely, if the substance subdivided reflects rather than transmits light (as in the case of metals, copper, silver, platinum, etc.), a black pigment results. Here, the light is reflected back and forth among the crystal surfaces and complete absorption occurs.

Working on these principles, researchers in the Colloid Chemistry Section have precipitated crystals of certain inexpensive transparent organic compounds such as fatty acids, fatty alcohols and soaps (stearic acid, palmitic acid, hydroxystearic acids, octadecanol and calcium stearate, for example) in a range of sizes. At the same time, appropriate dyes or pigments may be used to tint the crystals to desired colors.

Emulsions of polyvinyl acetate, a binder, can then be added to form a viscous paste with the suspension of precipitated crystals. This paste can be spread onto a surface using a film spreader with subsequent evaporation of the suspending medium. The result, after drying, is an opaque, hard but collapsible pressure-sensitive coating of 0.001 inches or less thick (0.0025 cm)

Eventually, when subjected to heat or pressure on a coated material, the tinted crystals in the formulation compact and flow together to give transparent, non-scattering, darker surfaces. If the coloring component is present in the proper concentration, the light scattering area will contrast with the smooth surface. Heat alone, in excess of the melting point of the crystals, destroys the surface features and produces results similar to pressure printing.

Another type of coating has been prepared from a solution of binder and certain water-soluble soaps such as ammonium stearate or potassium oleate. After application to a dark-colored surface, the coating dries to a transparent, glassy film through which the background color is clearly visible. Application of pressure causes a white opaque mark.

Yet another formulation (with the coloring component omitted) gives a white coating which may be spread onto a dark background. Heat or pressure renders the coating transparent and the contrasting background becomes visible.

"Pressure-sensitive copying is important to many businesses and some of the materials for effecting it are an important part of the fine paper business," says Dr. Ira Puddington, former Director of the Division of Chemistry, and contributor to the development of the NRC coatings. "Among the common means of copying are the transfer sheet, carbon paper and typewritter ribbons.

"While not intended as a replacement for these, our coatings offer some unique advantages which may prove useful in certain applications.

"The non-toxic ingredients would make it an ideal material for coating food packaging containers, especially since dates and coding could be added later, even on to irregular or weak containers, by simply touching them with a hot stamp.

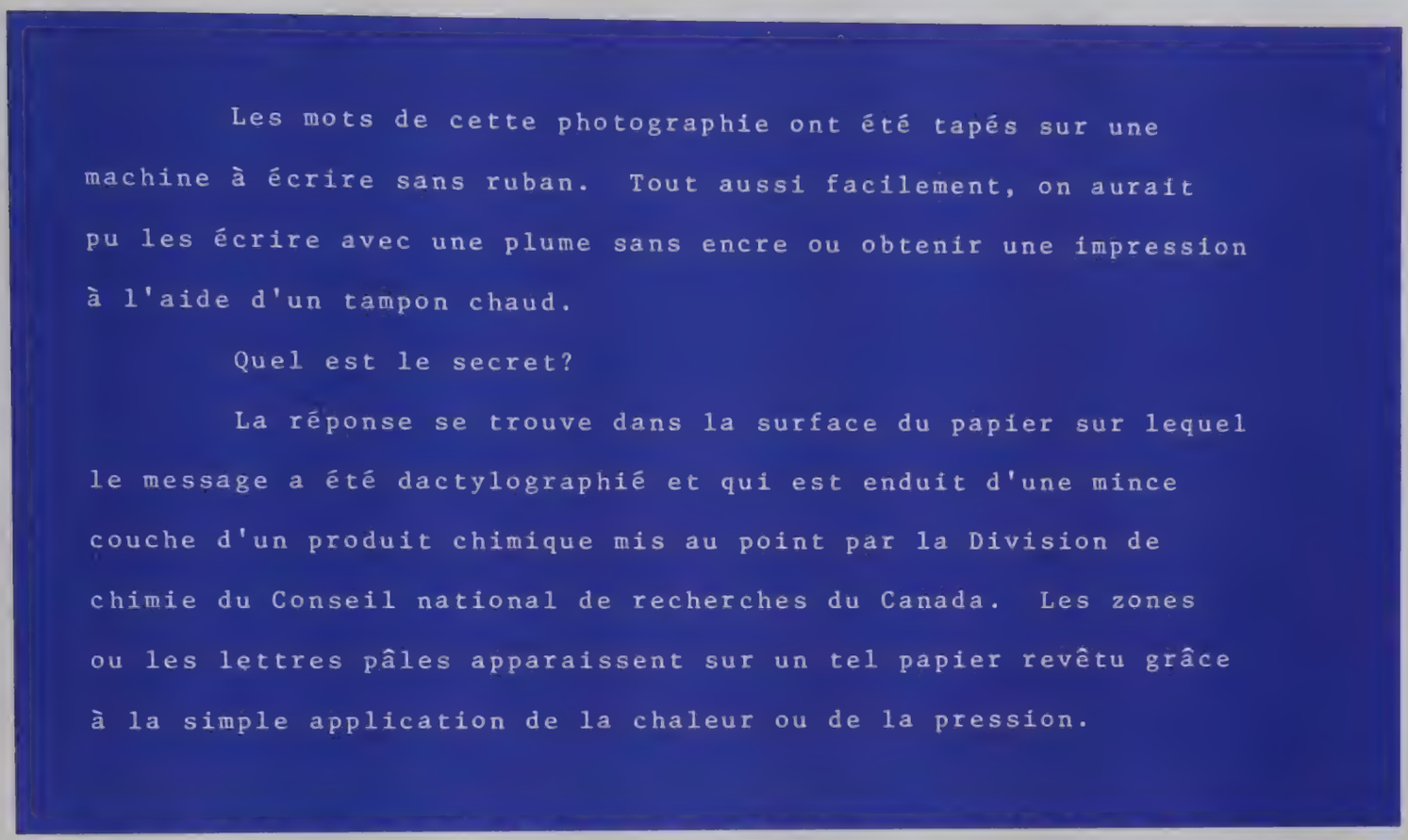
"However, the major application might be in the area of business forms where multiple copies are required such as with credit cards or airline tickets.

"Some interest has also been expressed in the coating as a security aid in the detection of fraud. For example, the validation of lottery tickets might be made both straightforward and efficient." □

W.J. Cherwinski

Des revêtements chimiques nouveaux permettent L'imprimerie par pression

Des revêtements propres, donnant des contours nets, permettent d'imprimer en couleur uniquement par l'application de la chaleur ou de la pression sur la surface traitée.


Les mots de cette photographie ont été tapés sur une machine à écrire sans ruban. Tout aussi facilement, on aurait pu les écrire avec une plume sans encre ou obtenir une impression à l'aide d'un tampon chaud.
Quel est le secret?
La réponse se trouve dans la surface du papier sur lequel le message a été dactylographié et qui est enduit d'une mince couche d'un produit chimique mis au point par la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada. Les zones ou les lettres pâles apparaissent sur un tel papier revêtu grâce à la simple application de la chaleur ou de la pression.

Le principe utilisé pour obtenir ces effets relève des propriétés de dispersion de la lumière de solides (donc leur couleur) qui change si l'on altère les dimensions des particules. Ainsi, par exemple, lorsque des substances transparentes comme le verre, la glace et certains cristaux organiques et minéraux sont écrasées, leur couleur apparente devient progressivement plus blanche. Ce phémomène est causé par la dispersion de la lumière par les petites surfaces irrégulières produites et est optimisé où il existe une grande différence entre l'indice de réfraction des petites particules et le milieu environnant.

De la même manière, les matériaux transparents teintés, comme le sulfate de cuivre hydraté, de couleur bleue, deviennent aussi blancs si on les subdivise. Inversement, si la substance subdivisée reflète, plutôt que transmet, la lumière comme c'est le cas des métaux, du cuivre, de l'argent, du platine, etc., un pigment noir en résulte. Dans ce cas la lumière est reflétée d'une surface à l'autre des cristaux et il se produit une absorption totale.

En travaillant suivant ces principes, les chercheurs de la section de la chimie des colloïdes ont précipité des cristaux de certains composés organiques transparents et peu coûteux comme les acides gras, les alcools gras et les savons (acide stéarique, acide palmitique, acides hydroystéariques, octadécanol et stéarate de calcium, par exemple) selon une gamme de dimensions. En même temps, des colorants ou pigments appropriés peuvent être utilisés pour teinter les cristaux dans la couleur souhaitée.

Les émulsions d'acétate de polyvinyl, un liant, peuvent être alors ajoutées pour former une pâte visqueuse avec la suspension de cristaux précipités. Cette pâte peut être étalée sur une surface à l'aide d'un étendeur de film après quoi le solvant s'évapore. Le résultat, après séchage, est un revêtement opaque, dur, mais pliable et sensible à la pression, de 0,001 pouce ou moins d'épaisseur (0,0025 cm).

Eventuellement, lorsque le matériau revêtu est soumis à la chaleur ou à la pression, les cristaux teintés deviennent plus compacts et s'écoulent ensemble pour donner des surfaces plus foncées, transparentes et non dispersantes. Si le colorant existe dans la concentration appropriée, la région de dispersion de la lumière fera contraste avec la surface lisse. La chaleur seule, à une température supérieure au point de fusion des cristaux, détruit les caractéristiques superficielles et donne des résultats semblables à l'impression par pression.

Un autre type de revêtement a été préparé en partant d'une solution d'un liant et de certains savons solubles dans l'eau comme le stéarate d'ammonium et l'oléate de potassium. Après application sur une surface de couleur foncée, le revêtement sèche pour donner un film transparent et brillant à travers lequel la couleur du fond est facilement visible. L'application de la pression donne une marque opaque et blanche.

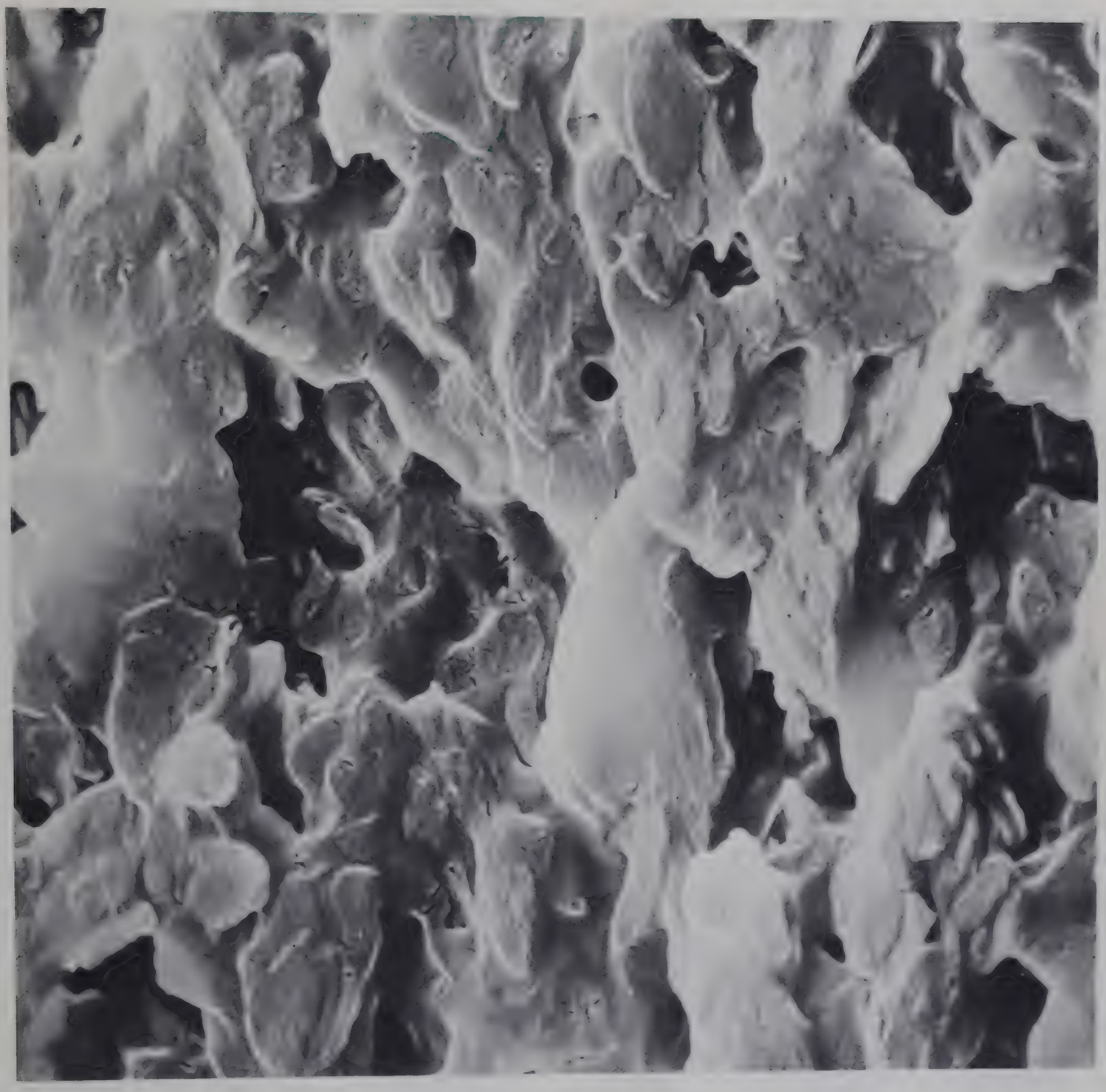
Une autre formule (sans utiliser le colorant) donne un revêtement blanc qui peut être étalé sur un fond foncé. La chaleur ou la pression rendent le revêtement transparent et la couleur du fond, faisant contraste, devient visible.

"La reprographie par pression est importante dans le monde des affaires et certains des matériaux qui peuvent l'influencer constituent une partie importante du domaine des papiers fins", nous a dit le Dr Ira Puddington, ancien directeur de la Division de chimie, qui a contribué à la mise au point des revêtements du CNRC. Il a ajouté: "Parmi les moyens ordinaires utilisés par la reprographie, on trouve la feuille de transfert ou maîtresse copie, le papier carbone et les rubans de machine à écrire."

"Nos revêtements n'ont pas pour but de remplacer ces

A micrograph showing a portion of a pressure-printed letter 'u'. The random crystal packing has been destroyed and only a smooth non-scattering surface is observed in the printed area. Licensing is being handled by Canadian Patents and Development Limited.

Micrographie mettant en évidence une partie de la lettre 'u' imprimée par pression. Le remplissage cristallin aléatoire a été détruit et l'on observe dans la région imprimée une surface lisse non dispersante. La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée accorde les permis.



articles mais ils offrent des avantages uniques qui pourraient bien devenir très utiles dans certaines applications."

"Les produits non toxiques en feraient un matériau idéal pour enduire les emballages de nos aliments, surtout du fait que les dates et les codes pourraient être ajoutés après empaquetage, même sur des emballages irréguliers et peu solides, en les touchant légèrement à l'aide d'un timbre chaud."

"Cependant, l'application principale pourrait se trouver dans le domaine des formulaires multiples comme c'est le cas des cartes de crédit ou des billets d'avion."

"On a également exprimé un certain intérêt pour ces revêtements dans le but de faciliter la détection des faussaires par les agents de la sécurité. Ainsi, par exemple, il serait simple et efficace de valider des tickets de loterie." □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

A section from a scanning electron micrograph illustrating a portion of a pressure sensitive stearic acid coating before printing. Platelet crystals of stearic acid are clearly visible. The coating structure appears very porous and contains a large number of voids which are smaller than the individual stearic acid crystals. The presence of such voids is important since they supply point sources for light scattering.

Micrographie électronique par balayage mettant en évidence l'aspect d'un revêtement à l'acide stéarique sensible à la pression avant l'impression. Les cristaux en forme de petites plaques d'acide stéarique sont très visibles. La structure du revêtement apparaît comme étant très poreuse et contient un grand nombre d'espaces vides qui sont plus petits que les cristaux d'acide stéarique. La présence de ces vides est importante puisque ceux-ci fournissent des sources ponctuelles pour la dispersion de la lumière.

TIS helps developing countries – Sharing what we know

The staff of NRC's Technical Information Service, a pioneer technology transfer organization, have been giving part of their time to help developing countries help themselves. Provided under the sponsorship of various external aid organizations, their know-how has assisted many countries and regions to set up services geared to their local industrial development.

Finding out about new knowledge and putting it to work has become a real problem in recent years for small and medium-scale companies that lack the technical personnel to keep abreast of promising innovations and help to implement them. Roughly half the manufacturing firms in Canada fall into these categories: those with fewer than 200 employees is the general rule of thumb. Yet they account for half the country's total employment. Despite the potential advantages new technology may offer, such companies tend to lag in assimilating it.

The National Research Council's Technical Information Service (TIS) was formed in 1945 for the express purpose of delivering technical information to such firms and assisting them in its application. Its services are free of charge and confidential, and are provided by a staff of engineers who draw on their own experience in industry, their contacts with other engineers and scientists at NRC, elsewhere in government, and in industry, and on the vast information resources of the Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI). CISTI was founded in 1974 on the combined resources of NRC's two major information delivery services — TIS and the former National Science Library.

The activities of the Technical Information Service have evolved along three main lines. The Technical Inquiries Section answers questions on a wide range of matters related to industrial processes and engineering which are sent in directly by companies or through the TIS field offices. Industrial Engineering provides information on management and production to companies which are not fully aware of industrial engineering techniques or cannot afford consultants. The Technological Developments operation regularly keeps companies aware of advances in research and development applicable to their requirements.

"Our general philosophy," explains Gérard Kirouac, Assistant Director of CISTI, "is to develop a rapport with companies that do not have technical personnel and to help them identify and solve operational and management problems on a self-help basis with the general aim of bringing Canadian industry up to the current state of technology, whatever the field may be."

TIS is a notably successful information delivery service, and it therefore has caught the attention of organizations outside this country. Over the years, technical inquiries from foreign countries have been referred to TIS as part of an informal international agreement on the exchange of technical information. About 3.5 per cent of the 25,000 requests for technical information handled by TIS personnel each year emanate from outside Canada. This exchange also works to the benefit of Canadians because organizations in other countries are encouraged to share their information and expertise with us and goodwill is engendered toward Canada.

Through these contacts, TIS has come to be recognized as a pace-setting organization in the field of technology transfer. A number of countries have successfully modelled similar services on TIS' organization and others consult regularly with TIS. Australia and South Africa have sent observers to study TIS operations, and requested that TIS visit them regarding development of similar services. Informal agreements on an exchange of information have been made with, and technical assistance given to, Mexico, Bolivia, Brazil, Colombia, Venezuela, Peru, Greece, Turkey, Lebanon, Egypt, and India, among others. These international activities have taken place in cooperation with, or under the sponsorship of, such organizations as the International Development Research Centre (IDRC), the Canadian International Development Agency (CIDA), the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), the UN Development Program, and the Organization of American States (OAS).

Of particular interest is the assistance being provided by TIS to IDRC in establishing TECHNONET ASIA, a technical information network serving southeast Asia. The development strategies of many Asian countries have emphasized the growth of small- and medium-scale industries in order to increase employment and economic development. Many manufacturers need advice on improvement of efficiency and product quality and on reduction of waste. The industrial extension services in Asian countries seek to provide en-

Industrial information services in developing countries are geared to their labor-intensive economies.

Le SIT
Formation et information

Le personnel du Service d'information technique du CNRC a fait don d'une partie de son temps aux pays en voie de développement pour les aider à s'aider eux-mêmes. Fourni sous les auspices de divers organismes d'aide à l'étranger, son savoir a contribué à aider de nombreux pays et régions à créer des services axés sur le développement de leurs industries locales.

Il devient de plus en plus difficile pour les petites et moyennes entreprises n'ayant pas le personnel technique nécessaire de se tenir informées des progrès réalisés dans leurs domaines et d'en tirer partie. On peut dire qu'environ la moitié des industries manufacturières canadiennes entrent dans cette catégorie, c'est-à-dire, en général, celles qui ont moins de 200 employés. Il n'empêche qu'elles emploient la moitié de la main-d'oeuvre du pays. En dépit des avantages associés aux progrès technologiques, ces entreprises semblent éprouver de la difficulté à les assimiler.

Le Service d'information technique du Conseil national de recherches a été créé en 1945 dans le but de transmettre des renseignements techniques à ces compagnies et de les aider à les utiliser. Ses services sont gratuits et confidentiels et sont dispensés par des ingénieurs qui s'appuient sur leur propre expérience industrielle, leurs contacts avec d'autres ingénieurs et scientifiques du CNRC, avec d'autres organismes gouvernementaux ou industriels, et sur les vastes ressources informatiques de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST). L'ICIST a été formé en 1974 par la fusion des deux principaux organismes d'information du CNRC, le SIT et l'ancienne Bibliothèque scientifique nationale.

IDRC/CRDI

Les services d'information industrielle des pays en voie de développement sont axés sur une économie faisant appel à une main-d'oeuvre intensive.

Les activités du Service d'information technique se sont développées dans trois directions principales avec la section des renseignements techniques, la section de génie industriel et la section des développements technologiques. La section des renseignements techniques répond à une large gamme de questions touchant les procédés et les techniques industriels et qui sont directement posées par les compagnies ou par l'intermédiaire des bureaux régionaux du SIT. La section de génie industriel fournit aux compagnies qui n'ont pas une parfaite connaissance des techniques de génie industriel, ou qui n'ont pas les moyens de faire appel à des ingénieurs-conseils, des renseignements sur les méthodes de gestion et d'exploitation. La section des développements technologiques tient les compagnies au courant des recherches et des développements correspondant à leurs besoins.

Écoutons le directeur adjoint du SIT, M. Gérard Kirouac: "D'une façon générale nous visons à établir des rapports avec les compagnies qui ne disposent pas de personnel technique et à les aider à identifier et à résoudre eux-mêmes leurs problèmes d'exploitation et de gestion, notre objectif d'ensemble étant d'amener l'industrie canadienne au niveau technologique international dans n'importe quel domaine."

Le SIT est un service de diffusion de l'information remarquablement efficace et il s'est donc fait remarquer par des organismes étrangers. Au cours des années, les demandes de renseignements techniques émanant des pays étrangers ont été transmises au SIT dans le cadre d'un accord international non officiel sur l'échange de l'information technique.

Environ 3,5% des 25 000 demandes de renseignements techniques reçues chaque année par le SIT proviennent de l'étranger. Cet échange bénéficie également aux canadiens puisque des organismes de pays étrangers sont encouragés à partager avec nous les informations et l'expertise dont ils disposent et acquièrent une attitude de coopération envers le Canada.

Grâce à ces contacts, le SIT s'est forgé une réputation de "leader" dans le domaine du transfert technologique. Plusieurs pays ont calqué leurs propres services sur ceux du SIT et d'autres le consultent régulièrement. L'Australie et l'Afrique du Sud ont envoyé des observateurs pour étudier son fonctionnement et lui ont demandé d'envoyer des experts pour les aider à mettre sur pied des services similaires. Des accords non officiels d'échange d'information avec assistance technique ont été signés avec le Mexique, la Bolivie, le Brésil, la Colombie, le Venezuela, le Pérou, la Grèce, la Turquie, le Liban, l'Égypte et l'Inde, notamment. Ces activités internationales ont eu lieu en coopération avec des organismes comme le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), l'Agence canadienne de développement international (ACDI), l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et l'Organisation des États Américains (OÉA), ou sous leur patronnage.

Particulièrement intéressante est l'aide apportée par le

gineering and management advice at the factory-floor level, but their own resources have been limited.

It was to provide back-up support for these national extension services that TECHNONET ASIA was launched in 1973. It consists of a coordination and liaison center in Singapore which handles inquiries and promotes cooperation between the national organizations participating in the network and which offers training to their managers and technical advisors. In addition, it provides a link with TIS in Ottawa for technical information and advice unavailable in Asia.

In its first year of operation, TECHNONET ASIA has helped to draw together participating organizations in Hong Kong, Indonesia, Malaysia, the Philippines, Singapore and Thailand. Staff members of the Singapore Institute of Standards and Industrial Research have come on training visits to TIS headquarters in Ottawa, and on their return, the Institute set up its own Industrial Technical Information Service modelled largely on TIS and headed by one of the members on staff who visited TIS in Ottawa for further training. A member of one of the two Malaysian organizations participating in the program has also had a short period with TIS in Ottawa to study technical information-handling procedures and Mr. Kirouac travelled to Malaysia in 1974 to train some 20 technical advisors. Mr. J.E. Cunningham of TIS trained a group of 14 engineers from southeast Asia in Ottawa in the fall of 1975.

The volume of requests for technical information that has been funnelled back to TIS has been large and diversified. Many of the Asian needs can be met by the standard selections of already-prepared technical material on various industries, such as textiles and rubber, or on a range of problems from automation to corrosion. Food processing has been a major subject of many of the inquiries: TIS engineers have handled queries ranging from the manufacture of garlic powder to cane and bamboo processing. They were only temporarily set aback by a letter from Mindanao in the Philippines seeking information on the scientific breeding of crocodiles in ponds and on the technical procedure for tanning crocodile skins. They replied to the effect that crocodile farming "is unfortunately not a common industrial concern in Canada due to reasons too long to explain . . . ." and then listed nine institutions from Belgium to Guatemala which might provide useful advice. Contact was arranged between the Philippine group and a highly successful crocodile farm in Thailand.

In Latin America, Mexico, Brazil and Colombia have operating industrial information systems modelled on Canada's TIS. They were started with TIS help in providing systems design, training and back-up assistance.

Under the sponsorship of OAS and IDRC, help is currently being extended to a number of other countries. In 1974, some 15 Latin American technical advisors came to Ottawa to learn how to set up similar services in their own countries. TIS engineers have also gone to various countries for first-hand familiarization with the state of their information resources to enable them to recommend the best approach to the development of further services. Mr. Cyrille Brousseau, who is with TIS' Montreal Office, was loaned to UNIDO for a month in Tunisia and Algeria to help those countries set up information services.

The basic thrust of the advice provided by TIS is aimed at encouraging the growth of integrated information and technical assistance systems that ensure swift access to information directly relevant to the countries' current and planned industrial activities and promote its application on the widest possible scale. It is thus a question not only of developing collections and having access to comprehensive, up-to-date information, but also of assuring its optimal utilization by having technical specialists actively help entrepreneurs identify problems and use information resources to find and implement solutions.

The people responsible for the creation of facilities to upgrade technological input are advised to work from present

Gérard Kirouac of NRC's Technical Information Service (third from right) meets with officials of TECHNONET ASIA in Singapore.

M. Gérard Kirouac, du Service d'information technique du CNRC (troisième à partir de la droite), au cours d'une réunion avec des représentants de TECHNONET ASIA, à Singapour.

IDRC/CRDI

IDRC/CRDI

Harvesting rice, a staple in Asian countries.

La récolte du riz, denrée de base des pays asiatiques.

SIT au CRDI pour la mise sur pied de TECHNONET ASIA, réseau d'information technique déservant l'Asie du Sud-Est. Dans la stratégie de développement de nombreux pays asiatiques, la priorité est donnée aux petites et moyennes entreprises de manière à accroître l'emploi et la croissance économique. De nombreux fabricants ont besoin de conseils pour améliorer leur rendement, la qualité de leurs produits et diminuer le gaspillage. Les services d'expansion industrielle dans les pays asiatiques cherchent à conseiller sur les plans technique et administratif au niveau de l'usine mais leurs propres ressources sont limitées.

C'est dans le but d'aider ces services nationaux d'expansion que TECHNONET ASIA a été créé en 1973. Ce service est constitué d'un centre de coordination et de liaison, situé à Singapour, qui traite les demandes de renseignements, encourage la collaboration entre les organismes nationaux affiliés au réseau, et qui assure la formation de leurs chefs de services et de leurs conseillers techniques. Il assure en plus la liaison avec le SIT à Ottawa pour l'information technique et les conseils que l'on ne peut obtenir en Asie.

Au cours de sa première année de fonctionnement, TECHNONET ASIA a contribué à reserrer les liens entre les organismes affiliés se trouvant à Hong Kong, en Indonésie, en Malaysia, aux Philippines, à Singapour et en Thaïlande. Les cadres de l'Institut des normes et de la recherche industrielle de Singapour sont venus suivre des stages de formation au siège du SIT à Ottawa et, à leur retour, l'institut a créé son propre service d'information technique industrielle qui est très largement calqué sur le SIT et dirigé par l'un des cadres ayant suivi un stage à Ottawa. Un membre de l'un des deux organismes malais participant au programme a également fait un court stage au SIT à Ottawa pour étudier les procédures de traitement de l'information technique et M. Kirouac est allé en Malaysia en 1974 pour assurer la formation d'environ 20 conseillers techniques. M. Jim Cunningham, du SIT, aura formé un groupe de 14 ingénieurs d'Asie du Sud-Est, à Ottawa, pendant l'automne de 1975.

Les demandes d'information technique transmises au SIT sont nombreuses et variées. Un grand nombre de celles émanant des pays asiatiques peuvent être satisfaites grâce à des sélections standards de documentation technique préparée à l'avance et couvrant diverses industries comme celle des textiles et du caoutchouc ou une large gamme de problèmes allant de l'automatisation à la corrosion. La transformation et le conditionnement des produits alimentaires constituent l'élément principal d'un grand nombre de demandes, les ingénieurs du SIT avant eu à régler des problèmes aussi variés que la fabrication de la poudre d'ail et le traitement du rotin et du bambou. Ils n'ont été que temporairement pris au dépourvu par une lettre provenant de Mindanao, aux Philippines, demandant des renseignements sur l'élevage scientifique des crocodiles en bassin et sur les processus techniques du tannage des peaux de crocodiles. Ils ont répondu que l'élevage des crocodiles "n'était malheureusement pas une préoccupation industrielle courante au Canada pour des raisons qui seraient trop longues à expliquer" . . . et ont donné la liste de neuf organismes, de la Belgique au Guatemala, qui pourraient fournir d'utiles conseils. Des démarches ont été faites pour que la firme philippine prenne contact avec une très prospère compagnie d'élevage de crocodiles thaïlandaise.

En Amérique latine, le Mexique, le Brésil et la Colombie ont des systèmes d'information industrielle calqués sur ceux du SIT canadien. Le SIT a contribué à leur mise en oeuvre en aidant ces pays à les concevoir, à assurer la formation du personnel et en leur apportant le soutien nécessaire.

Sous le patronnage de l'OÉA et du CRDI, de nombreux autres pays sont en voie de bénéficier de cette assistance. En 1974, environ 15 conseillers techniques latino-américains sont venus à Ottawa pour recevoir la formation nécessaire à la mise sur pied de services similaires dans leur propre pays. Les ingénieurs du SIT se sont également rendus dans divers pays pour juger sur place des moyens d'information locaux et être ainsi en mesure de fournir d'utiles conseils sur la manière de créer d'autres services. M. Cyrille Brousseau, attaché au bureau du SIT à Montréal, a été prêté pour un mois à l'ONUDI en Tunisie et en Algérie pour aider ces pays à mettre sur pied des services d'information.

L'aide fournie par le SIT vise avant tout à encourager la croissance de systèmes d'information et d'assistance technique intégrés susceptibles de garantir un accès rapide à l'information intéressant directement les activités industrielles présentes et futures des pays et à encourager son application sur une échelle aussi étendue que possible. Il ne s'agit donc pas seulement de développer les collections et d'avoir accès à une information exhaustive et actualisée mais également d'assurer son utilisation optimale en aidant les industriels, par l'intervention active de spécialistes, à identifier les problèmes et à utiliser les moyens d'information qui les conduiront aux solutions et à leur application.

strengths. Existing collections of documentation and expertise are seen as one strong point, and another is immediate, pressing requirements — the information and technical needs of native industries. "Every effort," states a TIS report on Bolivia, "should be made (1) to make use of all information resources now existing in the country; and (2) to select carefully and obtain the additional resources absolutely needed to fill the gaps."

A good example is pointed out in a report regarding information services to industry in Guatemala, El Salvador, Honduras and Costa Rica. TIS engineer Mr. Jack Chander was invited to conduct the survey by officials of "ICAITI" — an acronym for the name in Spanish of the IDRC- and OAS-sponsored Central American Research Institute for Industry. He advises them to visit the Inter-American Center for Documentation and Agricultural Information in Turrialba, Costa Rica, and to study its *modus operandi*. This Center is part of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences (IICA), an OAS-sponsored organization with the aim of upgrading agricultural practice in Central America. "The Center," remarks Mr. Chander's report, "has excellent facilities and provides assistance to other documentation centers in the field of agriculture throughout Latin America. In order to facilitate cooperation among agricultural libraries, it has become the headquarters for the Interamerican Association of Agricultural Librarians and Documentalists. It also provides short courses to train agricultural librarians and has a long list of publications. The structure of the documentation center of ICAITI should be similar to the IICA documentation center."

This Center and other existing facilities are perceived as nodes in a potential network, so the next buzz word is "integrate". The assessment of present resources and needs is step one of a planned long-term effort by each country to create a coordinated system with a single primary national focus and close links with similar services in neighboring countries and in the developed countries. The synergistic benefits of coordination range from savings on acquisition through bulk buying and avoiding duplication of infrequently used material, to heightened opportunities for tapping world information resources and promoting their use within the country.

Perhaps the key recommendation, however, is that industrial information people should see themselves as interfaces between the sources of knowledge or knowledge itself, and those who are in a position to put it to work for the benefit of the country. Documentation centers, for instance, acquire and store collections as libraries do, but they also process information in a number of ways to promote its use. The Bolivia report recommends the establishment of a National Information Center whose functions would include compilation of union catalogues of scientific and technical material held anywhere in the country, as well as the offering of training courses for library staff and regular current awareness service to inform those interested of usable new knowledge.

The establishment within the network of technical assistance centers with the specific mission of discharging the interface responsibility is also recommended. Staffed by engineers and other technical specialists and backed up by documentation facilities, these centers are the focus of contact between the user and the technical advisor. As TIS people do in Canada, their personnel should be prepared to advise on new equipment and methods, to do feasibility studies, to provide management advice for specific situations — in general, to foster the optimal utilization of human and material resources available in the country.

"There's a further side benefit of this to Canada," adds Gérard Kirouac. "Many requests about the availability of equipment come to us from foreign contacts and we have been able to recommend Canadian suppliers, with the result that there have been some substantial orders for our products." □

Bruce Henry

Harvesting grain by manual methods in Nepal.

La moisson des cereales au Nepal selon les methodes ancestrales.

IDRC/CRDI

Loading rice onto canal boat in Thailand.

Chargement de riz sur un sampan, en Thaïlande.

On conseille aux personnes ayant reçu la mission de créer les moyens nécessaires à la revalorisation de l'injection technologique de s'appuyer sur les possibilités existantes. L'un des points importants est constitué, pense-t-on, par les collections de documents et l'expertise dont on dispose, l'autre par les besoins immédiats et urgents qu'ont les industries des pays en voie de développement sur le plan de l'information et de l'aide technique. On relève dans un rapport du SIT sur la Bolivie que l'on "devrait dans toute la mesure du possible, (a) utiliser toutes les sources d'information existantes dans le pays et (b) sélectionner soigneusement et obtenir les ressources additionnelles absolument nécessaires pour combler les lacunes".

On en souligne un bon exemple dans un rapport sur les services d'information industrielle au Guatemala, à El Salvador, dans l'Honduras et le Costa Rica. C'est M. Jack Chander, un ingénieur du SIT, qui a été chargé d'effectuer l'étude par les autorités de l'"ICAITI" (acronyme du nom espagnol de l'Institut de recherches et de technologie industrielles pour l'Amérique centrale, institut patronné par le CRDI et l'OÉA). M. Chander conseille à ces autorités de rendre visite au Centre interaméricain pour la documentation et l'information agricole, à Turrialba, au Costa Rica, et d'étudier son *modus operandi.* Ce centre fait partie de l'Institut interaméricain des sciences agricoles (IISA), organisme patronné par l'OÉA et dont l'objectif est d'améliorer les méthodes agricoles en Amérique centrale. On peut lire dans le rapport de M. Chander que "le Centre dispose d'excellents moyens et fournit une aide aux autres centres de documentation de toute l'Amérique latine dans le domaine agricole. Dans le but de faciliter la coopération entre les bibliothèques agricoles, on en a fait le siège de l'Association interaméricaine des bibliothécaires et des documentalistes agricoles. Il offre également des cours de courte durée pour former des bibliothécaires spécialisés en agriculture et dispose d'un grand nombre de documents. La structure du centre de documentation de l'ICAITI devrait ressembler à celle du centre de l'IISA".

Ce centre et d'autres installations existantes sont perçus comme les noeuds d'un réseau potentiel et c'est pourquoi "intégrer" est devenu le nouveau mot clef. L'évaluation des ressources et des besoins actuels constitue la première étape d'un effort planifié et à long terme, étape par laquelle chaque pays devra passer pour créer un système coordonné avec un unique objectif national prioritaire et des liens étroits avec les services similaires des pays voisins et des pays industrialisés. Les avantages synergétiques de la coordination vont de l'économie réalisée grâce aux achats en gros et à l'élimination du risque de duplication de produits peu fréquemment utilisés à l'accroissement des possibilités d'exploitation des ressources informatiques mondiales et à l'encouragement de leur utilisation à l'intérieur du pays.

Toutefois, la recommandation clef est peut-être que les spécialistes de l'information industrielle devraient se considérer comme des points de jonction entre les sources de connaissances ou les connaissances elles-mêmes et ceux qui sont particulièrement bien placés pour en faire bénéficier le pays. Les centres de documentation, par exemple, acquièrent et conservent les documents comme le font les bibliothèques mais ils traitent également l'information de multiples façons pour en encourager l'utilisation. Le rapport sur la Bolivie recommande la création d'un centre d'information national dont les fonctions comprendraient la compilation de catalogues collectifs de la documentation scientifique et technique où que se trouve la source de cette documentation dans le pays tout en offrant des cours de formation pour le personnel bibliothécaire et les services habituels d'actualités pour informer les personnes intéressées des nouvelles connaissances potentiellement utilisables.

La création, au sein du réseau, de centres d'aide technique ayant pour mission spécifique de répartir les connaissances d'interface est également recommandée. Le fonctionnement de ces centres est assuré par des ingénieurs et d'autres techniciens s'appuyant sur une vaste documentation et ils constituent le point de contact entre l'utilisateur et le conseiller technique. Tout comme pour le SIT au Canada, leur personnel devrait être prêt à donner des conseils sur les méthodes et matériels nouveaux, à faire des études de faisabilité, à offrir des conseils de gestion pour des cas spécifiques et, en général, à encourager l'utilisation optimale des ressources humaines et matérielles existant dans le pays.

Laissons la conclusion à M. Gérard Kirouac: "Ce système présente pour le Canada un autre avantage indirect car, grâce aux contacts que nous avons établis à l'étranger, il est fréquent que l'on nous demande si un matériel ou équipement donné y est fabriqué. Nous avons pu de cette façon recommander des fournisseurs canadiens qui ont ainsi enregistré des commandes substantielles." □

Texte français: **Claude Devismes**

Snow studies —
Winter's artisan

The Low Temperature Laboratory's long-term investigation of high speed snow removal methods has provided, by "spin off", an extremely effective system for railway switch protection. The new system, using a high speed "air curtain" has been proved effective under the most severe storm conditions.

Emily Dickinson watched it "sift from leaden sieves" to form a "recordless" landscape, and made it a death symbol; Emerson saw it simply as "frolic architecture" — snow. To Canadians it is as inevitable as death and taxes and it arouses an ambivalent set of feelings. On the one hand, it provides a range of outdoor sports which help make winter bearable; on the other, one has to shovel it out of the driveway. It means white-knuckle driving conditions and an endless series of disruptions in public transportation schedules. The Canadian winter has influenced almost every aspect of the nation's life, from the population distribution patterns to the national sport.

It is hardly surprising, then, to find that the National Research Council devotes a significant research and development effort to the investigation of systems and equipment performance at low temperatures and under storm conditions. Over the years, the Division of Mechanical Engineering's Low Temperature Laboratory has used its comprehensive low temperature engineering test facilities to investigate a wide variety of problems, ranging from studies of ice build-up on ship masts and superstructures to evaluation of the performance of cold-weather clothing for the Canadian Armed Forces.

Mr. T.R. Ringer, Head of the Low Temperature Laboratory, points out that "a very large portion of our work is transportation-related — investigating the problems concerned with keeping road, rail and airborne vehicles operating safely through severe winter conditions." In the field of aviation, the limiting factors on safe aircraft operation in snow are visibility and the ability to maintain snow-free runways. However, in the case of helicopters, airborne snow can create a special hazard. "Some gas-turbine-engined helicopters," says Mr. Ringer, "tend to suffer from engine 'flame-out' when operating in heavy snow." A gas-turbine engine will normally operate safely in any snow conditions although the engine might ingest a comparatively large amount of snow. this is a continuous process, the snow entering the engine via the in-line air intake. But some helicopters have an engine layout that precludes an in-line air intake, so the air is supplied through a duct from a remote intake. With this arrangement, it is possible for snow, drawn in by the airflow, to accumulate in the duct and then be drawn into the turbine in one lump. "As soon as it enters the engine," says Mr. Ringer, "the snow is immediately converted to steam which snuffs out the turbine burners. The important point here is not the amount of snow *per se*, a quantity as small as 30 ml (1.8 cubic inches) water equivalent can do it, but the fact that the injection of snow is instantaneous."

Quite apart from the fact that conventional fixed-wing turbine powered aircraft have direct air intakes, hence ingest snow on a continuous basis and can operate in virtually any snow conditions, their operations are limited by airport control, and airports cancel all flights when weather and visibility conditions deteriorate to a certain level. Helicopters, on the other hand, are not limited to established airports, consequently a situation can arise where, without realizing it, a helicopter pilot could be flying in snow conditions which could be extremely hazardous for his particular machine. "What we are attempting to do, therefore," says Mr. Ringer, "is to get a correlation between visibility and airborne snow concentration so that the regulatory authorities will have some yardstick to go by in promulgating appropriate bad weather flying limits for helicopter operations."

The first step in achieving this has been the development of an instrument for measuring the concentration of airborne snow. Essentially, this consists of a rotating arm, which collects the snow, together with an arrangement for melting the collected snow and measuring the amount of water produced, providing a continuous reading of the airborne snow concentration. It is also necessary to determine the type of snowflake and the snow density since these quantities have a secondary effect on visibility. "Simultaneously with these observations," points out Mr. Ringer, "we record standard meteorological data. What we should arrive at is a position where we can provide the appropriate regulatory body with visibility limits, corresponding to snow concentrations, at which the operation of certain types of helicopter becomes hazardous."

Looking to the future, the Low Temperature Laboratory's investigation of snow deposition and removal has included examination of these problems with reference to track design for high-speed surface transportation systems. Of the various systems which have been proposed, the two that have received the greatest research and development effort worldwide have been the tracked air cushion vehicle and the magnetic levitation system, each powered by linear induction motors. Both these systems require a similar type track and several track designs have evolved. The Low Temperature Laboratory has been investigating the degree of snow deposition on different track designs with a view to selecting that design most appropriate for Canadian conditions. "At Uplands," says Mr. Ringer, "we use different track sections which collect snow throughout the winter. We soon saw that some of the existing designs were distinctly undesirable from the point of view of snow accumulation." The inverted "T"

Snow accumulation studies on the inverted 'T' monorail track configuration show its unsuitability for Canadian conditions.

Des études sur le monorail en "T" inversé ont démontré qu'il n'est pas approprié aux conditions canadiennes.

Les études sur les neiges

L'artisan de l'hiver

Une étude à long terme, fait au laboratoire des basses températures, a fourni, accessoirement, un système très efficace de protection des aiguillages des voies de chemins de fer. Le nouveau système, utilisant un "rideau d'air" à grande vitesse s'est révélé efficace durant les plus sévères tempêtes de neige.

Emily Dickinson regardait tomber la neige qui semblait "s'échapper lentement d'un tamis de plomb" pour tomber sur un paysage dont les formes devenaient diffuses et faisaient penser à la mort. Emerson regardait la neige plus simplement comme une sorte d'"architecture éphémère et un peu folle". Pour les Canadiens, la neige est aussi inévitable que la mort et les impôts et elle déclenche un ensemble ambivalent de sentiments. D'un côté, elle permet de faire des sports d'hiver grâce auxquels l'hiver lui-même est supportable; d'un autre côté, il faut la pelleter pour dégager les allées et l'entrée du garage. Pour les conducteurs, elle signifie une plus grande attention et de bien tenir le volant tout en ayant à subir les perturbations sans fin des transports publics. L'hiver canadien a influencé presque tous les aspects de notre vie depuis la répartition des populations jusqu'au sport national.

Il est donc à peine surprenant que le Conseil national de recherches ait consacré bien du temps et bien des efforts à des études de systèmes et aux performances des équipements travaillant aux basses températures et durant les tempêtes. Au cours des ans, le laboratoire des basses températures de la Division de génie mécanique a utilisé ses installations variées d'essais pour étudier des problèmes très différents allant de l'étude des accumulations de glace sur les mâts et les structures de bateaux à l'évaluation des performances des vêtements d'hiver des Forces armées canadiennes.

M. T.R. Ringer, chef du laboratoire des basses températures, nous a fait remarquer que: "Une très grande partie de nos travaux se rapporte aux moyens de transport, à l'étude des problèmes concernant la sécurité de fonctionnement de véhicules roulants, sur rails, sur routes, ou dans les airs, dans les conditions les plus sévères de l'hiver." En aviation, les facteurs qui limitent la sécurité du vol dans la neige sont la visibilité et les possibilités de maintenir les pistes bien dégagées. Toutefois, dans le cas des hélicoptères, la neige peut créer des risques spéciaux au cours du vol. Il nous a dit: "Certains hélicoptères équipés de turbines à gaz ont tendance à souffrir des extinctions de flamme au cours du vol dans de fortes tempêtes de neige." Une turbine à gaz fonctionne normalement en toute sécurité, quelles que soient les conditions du vol dans la neige et malgré que la quantité de neige "avalée" puisse être assez grande; il faut toutefois que le processus soit continu, c'est-à-dire que la neige qui entre par l'entrée d'air ne soit pas déviée ou, autrement dit, il faut que l'axe de l'entrée d'air soit parallèle à la ligne de vol. Or, dans le cas de certains hélicoptères, le moteur est placé de telle sorte que son axe n'est pas parallèle à la ligne de vol et que les conduites d'amenée de l'air dans le compresseur et dans les chambres de combustion sont longues et coudées. Dans ce cas, il est possible que la neige s'accumule quelque part dans les conduites pendant un certain temps puis se "décolle" pour entrer soudainement en bloc dans les chambres de combustion. M. Ringer a ajouté: "Dès que cette neige entre dans la chambre de combustion, elle est immédiatement transformée en vapeur d'eau et cette soudaine arrivée d'une grande quantité de vapeur éteint la flamme. Ce qui compte ce n'est pas tellement la quantité de neige, c'est-à-dire d'eau ou de vapeur d'eau entrant dans les chambres (quelque 30 ml soit 1,8 pouce cube) mais plutôt le fait que cette injection d'eau est instantanée."

En dehors du fait que les avions équipés de turboréacteurs ont des entrées d'air à axe orienté suivant la ligne de vol ce qui leur permet de voler dans pratiquement toutes les conditions, leur utilisation est limitée par les contrôleurs de la circulation aérienne qui peuvent supprimer n'importe quel vol lorsque le temps et la visibilité se détériorent au point de créer des risques inacceptables. Les hélicoptères, d'un autre côté, ne sont pas limités aux aéroports existants et, en conséquence, une nouvelle situation apparaît lorsque, sans qu'il le réalise, le pilote peut voler dans des conditions qui sont extrêmement risquées par temps de neige. M. Ringer nous a dit: "En conséquence, ce que nous essayons de faire est d'établir une corrélation entre la visibilité et les concentrations des chutes de neige de sorte que les autorités régulatrices puissent avoir une sorte de référence sur laquelle baser leurs décisions d'interdire ou non les vols d'hélicoptères par mauvais temps."

Le premier pas en ce sens a été de mettre au point un instrument de mesure des concentrations de la neige durant les chutes. Cet instrument consiste essentiellement en un bras qui ramasse la neige en tournant et en un système qui la fait fondre et mesure la quantité d'eau obtenue; ainsi on a continuellement en col une valeur chiffrée de la concentration de la neige. Il est aussi nécessaire de déterminer le type des flocons et la densité de la neige puisque ces quantités ont un effet secondaire sur la visibilité.

Écoutons M. Ringer: "Tout en faisant ces observations, nous enregistrons des données météorologiques ordinaires. Le but que nous devrions atteindre est une position nous permettant de communiquer aux organismes régulateurs appropriés des limites de visibilité correspondant aux concentrations de neige pour lesquelles l'utilisation de certains types d'hélicoptères devient risquée."

En ce qui concerne l'avenir, le laboratoire des basses

Experiments with non-contacting snow removal methods — in this case, a high-speed air jet.

Expériences avec des méthodes de déneigement sans contact, dans ce cas un jet d'air à grande vitesse.

track section, used in France and Germany for both air cushion and magnetic levitation vehicles, proved to be totally unsatisfactory for Canadian use, and the channel section, widely used for experimental vehicles in the United States, was little better. "The most satisfactory design proved to be a simple rectangular box beam section," Mr. Ringer points out, "this design accumulating the least amount of snow."

While the rectangular track section does not accumulate as much snow as the other designs, it does collect some, and snow removal from such tracks is another aspect of the Low Temperature Laboratory program of snow investigation. Conventional snow removal equipment, such as ploughs or snow throwers, appear to be limited to speeds of about 60 mph (100 kph). "Now, obviously, you can't mix 60 mph snow-clearing vehicles with 150-250 mph (240-400 kph) traffic (the sort of speed range we're talking about for air cushion vehicles or maglev systems)," explains Mr. Ringer. "If you have a high-speed track system, you must be able to clear it at high speed."

The Laboratory's attention then, is being directed to non-contact methods of snow removal which might be suitable for high-speed use, one of the main lines of investigation being the use of air jets. It has been found that for most snow conditions, even quite low velocity air jets are capable of removing snow from a surface with a high degree of efficiency. However, problems have been experienced when dealing with "fully sintered" snow with high cohesion and adhesion strength and much development will be required in order to produce a viable high-speed snow removal system.

Interestingly enough, it was the work on air jet methods of snow removal which led the researchers of the Low Temperature Laboratory to a development which promises to be of considerable significance to Canada's railways. If rail track switches are not kept clear of snow they become inoperative — even quite small amounts of snow are sufficient to prevent complete closure of the switch. For the Canadian railway network, with its large proportion of single-track line (necessitating the use of sidings), the failure of even one switch can cause significant dislocation. Conventionally, switches have been protected thermally, using flame impingement heaters or forced convection heaters. Some years ago, the Low Temperature Laboratory devised a switch heater based on the pulse jet principle. Thermal heaters function adequately under ideal conditions, but if conditions are slightly less-than-ideal, then several drawbacks to their use become apparent. Firstly, heaters can set fire to the ties, "burning out" the switch; secondly, having melted the snow, they then shut off and if the melted water cannot drain away it will re-freeze, jamming the switch even more solidly than the snow; finally, all thermal devices tend to warm up the frozen ballast, which then becomes "soft" and will settle an inch or so after the passage of trains, requiring subsequent shimming to bring it back into line with the rest of the track.

"The ultimate answer to this problem," says Mr. Ringer, "is to design a type of switch that will not be vulnerable to snow or ice jamming. In this Division, we're working on two designs and have reached the prototype stage with both, but these are long-term answers. An immediate solution to the problem of conventional switch protection was required." During the work on air jet methods of snow clearance, it had been noted that once snow was lifted by the air jet it could travel for appreciable distances. Might it not be possible, the researchers at the Low Temperature Laboratory reasoned, to use an air jet to deflect falling snow from track switches? With this in mind, a system was devised that would maintain a horizontal sheet of moving air across the switch rails. Snow would fall to this moving airstream and be swept aside, well clear of the switch.

The air curtain switch protection system installed in the Montreal marshalling yard. At right (foreground) can be seen the air intake and blower, the intake being hooded to prevent snow ingestion.The horizontal air curtain's effective protection of a railway switch is clearly shown, the immediate area around the switch being almost completely clear of snow.

Le système de protection des aiguillages à l'aide d'une lame d'air soufflée dans la gare de triage de Montréal. A droite (au premier plan) on voit l'entrée d'air (couverte pour empêcher la neige d'y entrer) et la soufflante. La protection efficace d'un aiguillage par la lame d'air soufflée est ici mise en évidence puisque la région autour de l'aiguillage est presque entièrement déneigée.

The system developed was a relatively simple one, comprising an air inlet, a fan and two ducts located between the switch rails and parallel to them. A carefully-designed slit running the length of each duct guides a high-speed (about 150 mph or 240 kph) sheet of air across each rail. This system, in prototype form, has been tested through three winters with a cumulative snowfall of 267 in (6.8 m) without failure. Two prototype versions of the system were installed on operating switches in Montreal's main marshalling yard and performed successfully throughout last winter. "You may recall," says Mr. Ringer, "that we had a rather nasty storm during the first week of April this year. Well, that storm was worse in Montreal than we experienced in Ottawa, with higher windspeeds — in the 40-60 mph (65-100 kph) region— combined with a 12-inch (30 cm) snowfall. The marshalling yard was so badly affected that it had to be shut down. At the end of the storm, the only functioning installations in the yard were the two switches protected by the air curtain system. All the other switches — about one hundred of them — were unserviceable."

Another strong factor in favor of the air curtain switch protection system lies in the energy conservation field. Conventional thermal switch heaters can consume up to 250 000 BTU/hour whereas the air curtain system, using only a 5 kW electric motor, has an equivalent energy "cost" of approximately 65 000 BTU/hour (assuming a fossil fueled electrical generating plant).

The development of this system by the National Research Council's Low Temperature Laboratory is one example of how applied aspects of a long-term research program can be put to the solution of a present-day problem. □

David Mosey

températures s'est intéressé aux accumulations de neige et au déneigement et, plus particulièrement, à l'influence de la conception des voies de communication dans le cas des systèmes de transport en surface à grande vitesse. Parmi les différents systèmes qui ont été proposés, deux d'entre eux ont fait l'objet du plus grand effort de recherche et de développement dans le monde entier; il s'agit du véhicule à coussin d'air sur rails et du véhicule à suspension magnétique, tous les deux propulsés par des moteurs à induction linéaire. Ces deux systèmes nécessitent des voies d'un type semblable et plusieurs variations de ces voies ont été proposées. Le laboratoire des basses températures a étudié l'enneigement sur ces différentes voies en vue de faciliter la sélection pour le Canada. M. Ringer a ajouté: "A Uplands, nous utilisons différentes sections de voies sur lesquelles la neige s'accumule tout le long de l'hiver. Nous avons vu très rapidement que certaines de ces voies étaient nettement à éliminer du point de vue des accumulations de neige." La section de voie en T inversé utilisée en France et en Allemagne pour les véhicules à coussin d'air et pour les véhicules à suspension magnétique s'est révélée tout à fait inadéquate pour le Canada; les voies en forme de chenal très répandues pour les véhicules expérimentaux des États-Unis n'ont pas donné de bien meilleurs résultats. M. Ringer a remarqué: "La voie la plus satisfaisante a été celle qui est constituée d'une poutre caisson rectangulaire simple car c'est ce type de voie sur lequel les accumulations de neige sont les plus faibles."

Toutefois, ce dernier type de voie ne permet pas d'éliminer complètement l'accumulation et le déneigement constitue un autre aspect du programme du laboratoire des basses températures. Les équipements de déneigement traditionnels comme les charrues ou les souffleuses sont limités car ils ne peuvent être utilisés à des vitesses dépassant 60 miles/heure (100 km/h). M. Ringer nous a expliqué: "Il n'est évidemment pas possible de se servir de machines de déneigement à 60 miles/heure au milieu de véhicules se déplaçant à 150 ou 250 miles/heure (240 à 400 km/h), ces vitesses étant celles qui nous intéressent en matière de véhicules à coussin d'air ou de systèmes "maglev". Si nous voulons des véhicules qui se déplacent plus rapidement il est nécessaire également que les équipements de déneigement en fassent autant."

L'attention des chercheurs s'est alors portée sur des méthodes n'impliquant aucun contact physique pour dégager la neige et qui seraient utilisables aux très grandes vitesses. Il s'agit de jets d'air car on a trouvé que, pour la plupart des conditions d'enneigement, même des jets d'air à faible vitesse peuvent souffler de grandes quantités de neige très efficacement. Toutefois, les problèmes sont apparus lorsque l'on s'est attaqué à ce que l'on appelle "la neige entièrement frittée", c'est-à-dire celle dont les flocons sont très liés les uns aux autres et collants; dans ce cas il faut résoudre un problème difficile si l'on veut arriver à disposer d'un équipement valable de déneigement à grande vitesse.

Au cours de ces études, on a abordé un travail intéressant, à savoir le soufflage de la neige par jets, travail qui a conduit les chercheurs du laboratoire à un développement qui pourrait bien être d'importance considérable pour les chemins de fer canadiens. Si les aiguillages des voies ferrées ne sont pas déneigés, il ne peuvent pas bien fonctionner car même une très petite quantité de neige est suffisante pour empêcher l'aiguille de se coller parfaitement sur le contre-aiguille. Dans le cas des chemins de fer canadiens qui utilisent beaucoup les voies uniques, ce qui signifie que l'on se sert beaucoup de voies de garage, le mauvais fonctionnement d'un seul aiguillage peut causer des perturbations importantes. Jusqu'à maintenant, on s'est servi traditionnellement de réchauffeurs à flamme ou à convection forcée pour protéger thermiquement les aiguillages. Il y a quelques années, le laboratoire des basses températures avait conçu un réchauffeur utilisant un pulsoréacteur. Les réchauffeurs fonctionnent adéquatement dans les conditions prévues mais, si ces conditions deviennent un peu plus mauvaises, ces réchauffeurs présentent des inconvénients sérieux. Tout d'abord, ils peuvent mettre le feu aux traverses, ce qui détruit l'aiguillage; ils peuvent aussi s'arrêter dès que la neige est fondue ce qui fait que le déneigement est inutile si l'eau gèle aussitôt faute d'écoulement; dans ce dernier cas l'aiguillage est encore plus difficile à débloquer qu'auparavant; finalement, tous les systèmes thermiques ont l'inconvénient de réchauffer le ballast gelé qui, alors, devient "mou" et qui s'enfonce d'un pouce environ après le passage des trains ce qui oblige de le recaler pour ramener la voie à la hauteur normale.

M. Ringer nous a dit: "La réponse ultime de ce problème est de concevoir un type d'aiguillage qui ne sera pas vulnérable en raison des accumulations de neige ou du blocage par la glace. Dans cette division, nous étudions deux concepts qui sont au stade du prototype et qui, en principe, peuvent fournir des réponses à long terme. Une solution immédiate pour protéger les aiguillages traditionnels est nécessaire." Au cours de travaux sur le dégagement des neiges à l'aide de jets d'air on a remarqué que la neige soufflée peut se déplacer sur de longues distances. Les chercheurs ont donc été conduit à se demander s'il serait possible de se servir des jets d'air pour défléchir la neige dans sa chute et l'éloigner des aiguillages. Une telle idée a conduit à un système qui est basé sur la "lame" d'air soufflé, horizontale et permanente, au-dessus des rails de l'aiguillage, pour les protéger de la neige. Ainsi, la neige serait soudainement déviée dans sa chute et éloignée des rails où il n'y aura plus d'accumulation.

Le système développé était relativement simple; il comprenait une entrée d'air, un ventilateur et deux conduites placés entre les rails des aiguillages et parallèles aux rails. Tout le long de chacune de ces conduites on a amenagé une fente de profil bien étudié et grâce à laquelle une lame d'air s'échappait à grande vitesse (environ 150 miles/heure ou 240 km/h) au-dessus de chaque rail. Le système, sous la forme d'un prototype, a été essayé pendant trois hivers durant lesquels il est tombé un total de 267 pouces (6,8 m) de neige. Le système n'a pas eu de panne. Deux prototypes de ce système ont été installés sur des aiguillages de la principale gare de triage de Montréal et ils ont donné satisfaction tout le long d'un hiver. M. Ringer nous a dit: "Vous vous souvenez sans doute d'une tempête plutôt sévère durant la première semaine d'avril cette année. Eh bien, la tempête de Montréal a été beaucoup plus sévère qu'à Ottawa car les vents étaient plus violents et ils ont atteint de 40 à 60 miles/heure (65 à 100km/h) alors que la chute de neige a été de 12 pouces, c'est-à-dire d'environ 30 cm. Cette gare a été si sérieusement affectée qu'il a fallu la fermer. A la fin de la tempête, les seules installations qui fonctionnaient toujours étaient les deux aiguillages protégés par ces lames d'air. Tous les autres aiguillages, au nombre d'environ une centaine, étaient inutilisables."

Un autre avantage de ce système de protection des aiguillages se trouve dans sa faible consommation énergétique. Les réchauffeurs traditionnels peuvent utiliser jusqu'à 250 000 BTU/h alors que les systèmes à lame d'air soufflé n'utilisent que 5 kW soit l'équivalent thermique d'environ 65 000 BTU/h (on suppose que ces kilowatts proviennent d'une centrale électrique alimentée en combustibles fossiles).

La mise au point de ce système par le laboratoire des basses températures du Conseil national de recherches est un exemple mettant en évidence comment un programme de recherche à long terme peut conduire à la solution d'un problème de notre temps. □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

Acide désoxyribonucléique (ADN)
Contrôle génétique avec le gène synthétique. 7:5, p. 13, 15
Acides ribonucléiques
Le métavirus, resquilleur génétique. 7:4, p. 29, 31
Aerial Spraying
Measurement and prediction. Up in the air over pesticide accountancy — 7:4, pp. 10, 12, 14
Aerospace Research
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Aérospatiales (recherches)
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Agricultural Science
Rapeseed success story: rise of a Prairie "sun" flower — 7:4, pp. 4, 6, 8
Aiguillages à neige soufflée
Les études sur les neiges. L'artisan de l'hiver. 7:6, p. 23, 25
Air Curtain Switch
Snow studies. Winter's artisan. 7:6, pp. 22, 24
Argiles (sensibles)
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15
Astronomie
Les radiogalaxies. Les astronomes continuent de chercher. 7:2, p. 27, 29, 30
Astronomy
Radio galaxies: the astronomers' quest continues — 7:2, pp. 27, 29, 30
Astrophysics
Radio galaxies: the astronomers' quest continues — 7:2, pp. 27, 29, 30
The Herzberg Institute of Astrophysics, tuned to the wavelengths of the universe — 7:4, pp. 16, 18
Astrophysique
Les radiogalaxies. Les astronomes continuent de chercher. 7:2, p. 27, 29, 30
L'Institut Herzberg d'astrophysique à "l'écoute" de l'univers. 7:4, p. 17, 19
Atomic Clock
Seeds of time from the cesium atom. A new standard in atomic clocks — 7:1, pp. 10, 12, 14
Avalanches
Earthquakes, traffic vibrations, skiers: what triggers an avalanche? — 7:1, pp. 22, 24, 26
Séismes, vibrations, skieurs: le déclenchement des avalanches. 7:1, p. 23, 25, 27
Ballard, Bristow Guy (1902-1975)
7:5, pp. 2, 3
Basses températures
Les études sur les neiges. L'artisan de l'hiver. 7:6, p. 23, 25
Bâtiment (Recherches en)
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15
La construction repensée pour économiser l'énergie. 7:2, p. 21, 23, 25
La technologie et les silos-tours en Ontario et au Québec. 7:3, p. 15, 17, 19
L'évacuation des foules. Rang 24, siège 16. 7:6, p. 9, 11
Biochimie
Au LRP, étude d'une symbiose importante. Des protéines avec du vent. 7:3, p. 25, 27
Biochemistry
PRL studies an important plant-bacteria alliance. Making protein out of thin air — 7:3, pp. 24, 26
Biologie
Les épiphytes de nos grandes villes, images de la pollution urbaine. 7:1, p. 29, 31
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales.

Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19, 21, 23

Biology
Epiphytes in our cities, indicators of urban pollution — 7:1, pp. 28, 30
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22

Biosphere
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22

Biosphère
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19, 21, 23

Bird Hazards to Aircraft
A feigned falcon, bird strike deterrent — 7:6, p. 2

Bourse (E.W.R. Steacie)
Bourse commémoratrive E.W.R. Steacie. 7:2, p. 3

Building Design
Two-day seminar-workshops: energy conservation and building design — 7:2, pp. 20, 22, 24

Building Design and Use
Crowd egress. Row 24, seat 16 — 7:6, pp. 8, 10

Building Research
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14
Two-day seminar-workshops: energy conservation and building design — 7:2, pp. 20, 22, 24
Silos in Ontario and Quebec. Reaching for the sky — 7:3, pp. 14, 16, 18
Crowd egress. Row 24, seat 16, 7:6, pp. 8, 10

Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)
(See Technical Information Service)

Cape Parry
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurnel. 7:2, p. 17, 19

Cell Culture
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22
PRL studies an important plant-bacteria alliance. Making protein out of thin air — 7:3, pp. 24, 26

Cells (plant)
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22

Cellules (végétales)
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales. Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23

Cellules hybrides
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales. Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23

CENTREAU
"Mission St. Lawrence", an interdisciplinary approach — 7:5, pp. 4, 6
Dans un contexte multidisciplinaire, "Mission Saint-Laurent". 7:5, p. 5, 7

Chemical Coatings
Novel chemical coatings allow printing by pressure — 7:6, p. 12

Chemistry (colloid)
Novel chemical coatings allow printing by pressure — 7:6, p. 12

Chemical Kinetics
NRC scientists study steelmaking chemistry. Flowing rock and molten metal — 7:2, pp. 4, 6, 8

Chemins de fer
Études sur les neiges. L'artisan de l'hiver. 7:6, p. 23, 25

Chimie des colloïdes
Des revêtements chimiques nouveaux permettent l'imprimerie par pression. 7:6, p. 13, 15

Chimie organique
Le métavirus, resquilleur génétique. 7:4, p. 29, 31
Contrôle génétique avec le gène synthétique. 7:5, p. 13, 15

Chemistry (high temperature)
NRC scientists study steelmaking chemistry. Flowing rock and molten metal. 7:2, pp. 4, 6, 8

Chemistry (steelmaking)
NRC scientists study steelmaking chemistry. Flowing rock and molten metal — 7:2, pp. 4, 6, 8

Chromatographe en phase gazeuse (aéroporté)
Épandages aériens sans danger. Contre la dérive des nuages d'aérosols. 7:4, p. 11, 13, 15

Churchill Harbor (studies)
Churchill river model: in the full tide of successful experiment — 7:5, pp. 28, 30

Cinétique chimique
Le CNRC et la fabrication de l'acier. Roches et métaux en fusion. 7:2, p. 5, 7, 9

Clays (sensitive)
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14

Clock (atomic)
Seeds of time from the cesium atom. A new standard in atomic clocks — 7:1, pp. 10, 12, 14

Colza
Une belle histoire: celle du colza, fleurs d'or dans les Prairies. 7:4, p. 5, 7, 9

Composantes optiques
Les composantes optiques de précision, "fenêtres" de la recherche. 7:3, p. 5, 7

Computer simulation
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20

Combustibles et lubrifiants
Du bon usage de l'huile usagée. 7:5, p. 9, 11

Comptabilité des produits antiparasitaires
Épandages aériens sans danger. Contre la dérive des nuages d'aérosols. 7:4, p. 11, 13, 15

Conception des bâtiments
La construction repensée pour économiser l'énergie. 7:2, p. 21, 23, 25

Conception des bâtiments et leur utilisation
L'évacuation des foules. Rang 24, siège 16. 7:6, p. 9, 11

Conservation (fuel)
Miss Purity I — 7:3, p. 3

Conservation (combustibles)
Miss Purity I — 7:3, p. 3

Conseil international des unions scientifiques (CIUS)
(voir Programme biologique international)

Coopération internationale
Une commission ouvre de nouveaux horizons. Les micro-organismes dans les aliments. 7:3, p. 9, 11, 13
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19
Le S.I.T. Formation et information. 7:6, p. 17, 19, 21

Contrôle de l'expression génétique
Contrôle génétique avec le gène synthétique. 7:5, p. 13, 15

Coopération scientifique
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Une commission ouvre de nouveaux horizons. Les micro-organismes dans les aliments. 7:3, p. 9, 11, 13
Couplan Process
Peat moss, nature's cleanser — 7:3, pp. 28, 30
Cultures de cellules
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales. Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23
Au LRP, étude d'une symbiose importante. Des protéines avec du vent. 7:3, p. 25, 27
Crop Protection
Worldwide crop protection: Vitavax — synthesis to sales — 7:4, pp. 24, 26
Crowd Movement
Crowd egress. Row 24, seat 16. 7:6, pp. 8, 10
Crop (oil seed)
Rapeseed success story: rise of a Prairie "sun" flower — 7:4, pp. 4, 6, 8
Cusp
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Deoxyribonucleic acid (DNA)
Building a gene that works. Biological control switch — 7:5, pp. 12, 14
Ecology
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22
Écologie
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19, 21, 23
Electromagnetic Engineering
The electromagnetic properties of precipitation. Radar watch on the rain — 7:5, pp. 24, 26
Energy (conservation)
Two-day seminar-workshops: energy conservation and building design — 7:2, pp. 20, 22, 24
Énergie (mesures conservatoires)
La construction repensée pour économiser l'énergie. 7:2, p. 21, 23, 25
Environment
Peat moss, nature's cleanser — 7:3, pp. 28, 30
Churchill river model: in the full tide of successful experiment — 7:5, pp. 28, 30
"Mission St. Lawrence", an interdisciplinary approach — 7:5, pp. 4, 6
Environnement
La tourbe, purificateur naturel. 7:3, p. 29, 31.
Dans un contexte multidisciplinaire, "Mission Saint-Laurent". 7:5, p. 5, 7
Le modèle du fleuve Churchill. En plein succès expérimental. 7:5, p. 29, 31
Épandage aérien
Épandages aériens sans danger. Contre la dérive des nuages d'aérosols. 7:4, p. 11, 13, 15
Epiphytes
Epiphytes in our cities, indicators of urban pollution — 7:1, pp. 28, 30
Épiphytes
Les épiphytes de nos grandes villes, images de la pollution urbaine. 7:1, p. 29, 31
Étalons
Le système métrique au Canada. Critères pour la conversion. 7:1, p. 3, 5, 7, 9
Le temps selon l'atome de césium, nouvel étalon pour l'horloge atomique. 7:1, p. 11, 13, 15
Études des métaux et des scories
Le CNRC et la fabrication de l'acier. Roches et métaux en fusion. 7:2, p. 5, 7, 9
Études du port de Churchill
Le modèle du fleuve Churchill. En plein succès expérimental. 7:5, p. 29, 31
Études sur le Saint-Laurent
Dans un contexte multidisciplinaire, "Mission Saint-Laurent". 7:5, p. 5, 7
Fabrication de l'acier
Le CNRC et la fabrication de l'acier. Roches et métaux en fusion. 7:2, p. 5, 7, 9
Fixation de l'azote
Au LRP, étude d'une symbiose importante. Des protéines avec du vent. 7:3, p. 25, 27
Food Technology
Commission's work breaks new ground. Microorganisms in foods — 7:3, pp. 8, 10, 12
Fongicides
Protection mondiale des récoltes: le Vitavax, de la synthèse à la vente. 7:4, p. 25, 27
Fuels and Lubricants
Waste oil. The second time around — 7:5, pp. 8, 10
Fungicides
Worldwide crop protection: Vitavax — synthesis to sales — 7:4, pp. 24, 26
Fusion cellulaire chez les végétaux
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales. Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23
Gas chromatograph (airborne)
Measurement and prediction. Up in the air over pesticide accountancy — 7:4, pp. 10, 12, 14
Gene (synthetic)
Building a gene that works. Biological control switch — 7:5, pp. 12, 14
Gène synthétique
Contrôle génétique avec le gène synthétique. 7:5, p. 13, 15
Génie électromagnétique
Les propriétés électromagnétiques des précipitations. La surveillance radar des nuages de pluie. 7:5, p. 25, 27
Génie mécanique
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 19, 21
Du bon usage de l'huile usagée. 7:5, p. 9, 11
Le modèle du fleuve Churchill. En plein succès expérimental. 7:5, p. 29, 31
Les études sur les neiges. L'artisan de l'hiver. 7:6, p. 23, 25
Genetic Expression
Building a gene that works. Biological control switch — 7:5, pp. 12, 14
Genetics (field peas)
PRL studies an important plant-bacteria alliance. Making protein out of thin air — 7:3, pp. 24, 26
Génétique (les pois des champs)
Au LRP, étude d'une symbiose importante. Des protéines avec du vent. 7:3, p. 25, 27
Geotechnical Research
Earthquakes, traffic vibrations, skiers: what triggers an avalanche? 7:1, pp. 22, 24, 26
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14
Silos in Ontario and Quebec. Reaching for the sky — 7:3, pp. 14, 16, 18
Glissements de terrain
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15

Herzberg Institute
The Herzberg Institute of Astrophysics. Tuned to the wavelengths of the universe — 7:4, pp. 16, 18
Horloge (atomique)
Le temps selon l'atome de césium, nouvel étalon pour l'horloge atomique. 7:1, p. 11, 13, 15
Huiles usagées
Du bon usage de l'huile usagée. 7:5, p. 9, 11
Hybrid (cells)
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22
Hybrid (propane-electric car)
Miss Purity I. 7:3, p. 3
Hybride (véhicule)
Miss Purity I. 7:3, p. 3
Hydraulics
Churchill river model: in the full tide of successful experiment — 7:5, pp. 28, 30
Hydraulique
Le modèle du fleuve Churchill. En plein succès expérimental. 7:5, p. 29, 31
Imprimerie
Des revêtements chimiques nouveaux permettent l'imprimerie par fusion. 7:6, p. 13, 15
Industry (Research assistance to)
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20
NRC scientists study steelmaking chemistry. Flowing rock and molten metal — 7:2, pp. 4, 6, 8
Waste oil. The second time around — 7:5, pp. 8, 10
Industrie (Aide à la recherche dans l')
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 19, 21
Le CNRC et la fabrication de l'acier. Roches et métaux en fusion. 7:2, p. 5, 7, 9
Du bon usage de l'huile usagée. 7:5, p. 9, 11
Industrial Research Assistance Program (IRAP)
Worldwide crop protection: Vitavax — synthesis to sales — 7:4, pp. 24, 26
Information Science
TIS helps developing countries. Sharing what we know — 7:6, pp. 16, 18, 20
Informatique
Le S.I.T. Formation et information. 7:6, p. 17, 19, 21
Infrasound (meteors)
Mavericks of the solar system. Listening to meteors — 7:4, pp. 20, 22
Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST)
(Voir Service d'information technique)
Institut Herzberg
L'Institut Herzberg d'astrophysique à l'"écoute" de l'univers. 7:4, p. 17, 19
International Cooperation
TIS helps developing countries. Sharing what we know — 7:6, pp. 16, 18, 20
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22
Commission's work breaks new ground: microorganisms in food. 7:3, pp. 8, 10, 12
International Biological Program (IBP)
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22
International Council of Scientific Unions (ICSU)
(See International Biological Program)
Lancements de fusées
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Landslides
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14
Low Temperature
Snow studies. Winter's artisan. 7:6, p. 22, 24
Magnetosphere
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Magnétosphère
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Mathematical Models
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20
Mechanical Engineering
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20
Waste oil. The second time around — 7:5, pp. 8, 10
Churchill river model: in the full tide of successful experiment — 7:5, pp. 28, 30
Snow studies. Winter's artisan — 7:6, pp. 22, 24
Mécanique des sols
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15
La technologie et les silos-tours en Ontario et au Québec. 7:3, p. 15, 17, 19
Metals
Theories of metallic behavior, roadmaps to reality — 7:6, pp. 4, 6
Métallurgie du cuivre
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 17, 21
Metavirus
The metavirus: on the edge of life — 7:4, pp. 28, 30
Métavirus
Le métavirus: resquilleur génétique. 7:4, p. 29, 31
Meteoritics
Mavericks of the solar system. Listening to meteors — 7:4, pp. 20, 22
Météorites
Suicides dans le système solaire. La fin des météorites. 7:4, p. 21, 23
Metric System
Going metric: a yardstick for conversion — 7:6, pp. 3, 4, 6, 8
Microanalysis (chemical)
Rapeseed success story: rise of a Prairie "sun" flower — 7:4, pp. 4, 6, 8
Microanalyse chimique
Une belle histoire: celle de colza, fleurs d'or dans les Prairies. 7:4, p. 5, 7, 9
Microorganisms
Commission's work breaks new ground: microorganisms in foods — 7:3, pp. 8, 10, 12
Micro-organismes
Une commission ouvre de nouveaux horizons. Les micro-organismes dans les aliments. 7:3, p. 9, 11, 13
Modèles mathématiques
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 19, 21
Morphogénèse
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales. Du blé dans l'Arctique? — 7:3, p. 21, 23
Morphogenesis
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22
Mouvement des foules
L'évacuation des foules. Rang 24, siège 16. 7:6, p. 9, 11

Nitrogen Fixation
PRL studies an important plant-bacteria alliance. Making protein out of thin air — 7:3, pp. 24, 26
Oil (waste)
Waste oil. The second time around — 7:5, pp. 8, 10
Optical Materials
Precision optical components, the windows of research — 7:3, pp, 4, 6
Organic Chemistry
The metavirus. On the edge of life — 7:4, pp. 28, 30
Building a gene that works. Biological control switch — 7:5, pp. 12, 14
Peat Moss
Peat moss, nature's cleanser — 7:3, pp. 28, 30
Pesticides
Measurement and prediction. Up in the air over pesticide accountancy — 7:4, pp. 10, 12, 14
Péril aviaire
Pour éviter les collisions avec les oiseaux, un faucon simulé. 7:6, p. 3
Physics
Seeds of time from the cesium atom. A new standard in atomic clocks — 7:1, pp. 10, 12, 14
Precision optical components, the windows of research — 7:3, pp. 4, 6
Theories of metallic behavior, roadmaps to reality — 7:6, pp. 4, 6
Physique
Le temps selon l'atome de césium, nouvel étalon pour l'horloge atomique. 7:1, p. 11, 13, 15
Les composantes optiques de précision, "fenêtres" de la recherche. 7:3, p. 5, 7
Les théories du comportement des métaux: la route vers la réalité. 7:6, p. 5, 7
Plant Breeding
Rapeseed success story: rise of a Prairie "sun" flower — 7:4, pp. 4, 6, 8
Plant Cell Fusion
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 22
Polluants dans l'air
Épandages aériens sans danger. Contre la dérive des nuages d'aérosols. 7:4, p. 11, 13, 15
Pollutants (airborne)
Measurement and prediction. Up in the air over pesticide accountancy — 7:4, pp. 10, 12, 14
Pollution
Epiphytes in our cities, indicators of urban pollution — 7:1, pp. 28, 30
Les épiphytes de nos grandes villes, images de la pollution urbaine. 7:1, p. 29, 31
Waste oil. The second time around — 7:5, pp. 8, 10
Du bon usage de l'huile usagée. 7:5, p. 9, 11
Precipitation
The electromagnetic properties of precipitation. Radar watch on the rain — 7:5, pp. 24, 26
Précipitations
Les propriétés électromagnétiques des précipitations. La surveillance radar des nuages de pluie. 7:5, p. 25, 27
Printing
Novel chemical coatings allow printing by pressure — 7:6, p. 2
Procédé Couplan
La tourbe, purificateur naturel. 7:3, p. 29, 31
Programme biologique international
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19, 21, 23
Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)
Protection mondiale des récoltes: le Vitavax, de la synthèse à la vente. 7:4, p. 25, 27
Protection System
Snow studies. Winter's artisan — 7:6, pp. 22, 24
Protection des récoltes
Protection mondiale des récoltes: le Vitavax, de la synthèse à la vente. 7:4, p. 25, 27
Protoplastes (végétaux)
Des hybrides dérivés de cultures de cellules végétales: Du blé dans l'Arctique? 7:3, p. 21, 23
Protoplasts (plant)
Building hybrids from cultured plant cells. Visions of Arctic wheat — 7:3, pp. 20, 21
Radar
The electromagnetic properties of precipitation. Radar watch on the rain — 7:5, pp. 24, 26
Les propriétés électromagnétiques des précipitations. La surveillance radar des nuages de pluie. 7:5, p. 25, 27
Radio Galaxies
Radio galaxies: the astronomers' quest continues — 7:2, pp. 27, 29, 30
Radiogalaxies
Les radiogalaxies. Les astronomes continuent de chercher. 7:2, p. 27, 29, 30
Radiophysics
Radio galaxies: the astronomers' quest continues — 7:2, pp. 27, 29, 30
Radiophysique
Les radiogalaxies. Les astronomes continuent de chercher. 7:2, p. 27, 29, 30
Railways
Snow studies. Winter's artisan — 7:6, pp. 22, 24
Rapeseed
Rapeseed success story: rise of a Prairie "sun" flower — 7:4, pp. 4, 6, 8
Recherches sur l'eau
Dans un contexte multidisciplinaire, "Mission Saint-Laurent". 7:5, pp. 5, 7
Recherche géotechnique
Séismes, vibrations, skieurs: le déclenchement des avalanches. 7:1, p. 23, 25, 27
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15
La technologie et les silos-tours en Ontario et au Québec. 7:3, p. 15, 17, 19
Recherche spatiale
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Récolte des graines oléagineuses
Une belle histoire: celle du colza, fleurs d'or dans les Prairies. 7:4, p. 5, 7, 9
Repli diurne
Direction des installations de recherche spatiale. Lancements dans le repli diurne. 7:2, p. 17, 19
Reproduction chez les végétaux
Une belle histoire: celle du colza, fleurs d'or dans les Prairies. 7:4, p. 5, 7, 9
Revêtements chimiques
Des revêtements chimiques nouveaux permettent l'imprimerie par fusion. 7:6, p. 13, 15
Ribonucleic Acid
The metavirus. On the edge of life — 7:4, pp. 28, 30
Rocket Launch
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Savant et homme d'état
En hommage au Dr. C.J. Mackenzie. 7:4, p. 3

Science de l'agriculture
Une belle histoire: celle du colza, fleurs d'or dans les Prairies. 7:4, p. 5, 7, 9
Scientific Cooperation
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Commission's work breaks new ground: microorganisms in foods — 7:3, pp. 8, 10, 12
Scientific and Technological Information Services
(see Technical Information Service)
Scientific Statesman
Tribute to Dr. C.J. Mackenzie — 7:4, p. 3
Seminar-Workshops
Two-day seminar-workshops: energy conservation and building design — 7:2, pp. 20, 22, 24
Séminaire
La construction repensée pour économiser l'énergie. 7:2, p. 21, 23, 25
Services d'information technique (SIT)
Le S.I.T. Formation et information. 7:6, p. 17, 19, 21
Services de l'information scientifique et technique (SIST)
(voir Services d'information technique)
SI (Système international d'unités)
Going metric: a yardstick for conversion — 7:1, pp. 3, 4, 6, 8
Silos
Silos in Ontario and Quebec. Reaching for the sky — 7:3, pp. 14, 16, 18
Silos-tours
La technologie et les silos-tours en Ontario et au Québec. 7:3, p. 15, 17, 19
Simulation numérique
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 19, 21
Slag-Metal Studies
NRC scientists study steelmaking chemistry. Flowing rock and molten metal — 7:2, pp. 4, 6, 8
Smelting (copper)
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20
Soil Mechanics
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14
Silos in Ontario and Quebec. Reaching for the sky — 7:3, pp. 14, 16, 18
Space Research
Space Research Facilities Branch. Launch into the cusp — 7:2, pp. 16, 18
Standards
Going metric: a yardstick for conversion — 7:1, pp. 3, 4, 6, 8
Seeds of time from the cesium atom. A new standard in atomic clocks — 7:1, pp. 10, 12, 14
St. Lawrence (studies on)
"Mission St. Lawrence", an interdisciplinary approach — 7:5, pp. 4, 6
Steacie Fellowship
E.W.R. Steacie Memorial Fellowship — 7:2, p. 3
Système métrique
Le système métrique au Canada. Critères pour la conversion. 7:1, p. 3, 5, 7, 9
Système international d'unités
Le système métrique au Canada. Critères pour la conversion. 7:1, p. 3, 5, 7, 9
Systèmes
Une application des modèles mathématiques. L'optimalisation industrielle. 7:1, p. 17, 19, 21
Systems
Computer simulation: a copper smelter on tape — 7:1, pp. 16, 18, 20
Tables (conversion métrique)
Le système métrique au Canada. Critères pour la conversion. 7:1, p. 3, 5
Tables — Metric Conversion
Going metric: a yardstick for conversion — 7:1, pp. 3, 4
Technical Information Service
TIS helps developing countries. Sharing what we know — 7:6, pp. 16, 18, 20
Technologie des aliments
Une commission ouvre de nouveaux horizons. Les micro-organismes dans les aliments. 7:3, p. 9, 11, 13
Temps (atomique)
Le temps selon l'atome de césium, nouvel étalon pour l'horloge atomique. 7:1, p. 11, 13, 15
Théories du comportement des métaux
Les théories du comportement des métaux: la route vers la réalité. 7:6, p. 5, 7
Time (atomic)
Seeds of time from the cesium atom. A new standard in atomic clocks — 7:1, pp. 10, 12, 14
Tourbe
La tourbe, purificateur naturel. 7:3, p. 29, 31
Transportation
Miss Purity I — 7:3, p. 3
Snow studies. Winter's artisan — 7:6, p. 22, 24
Transports
Miss Purity I. 7:3, p. 3
Les études sur les neiges. L'artisan de l'hiver. 7:6, p. 23, 25
Universities (Financial assistance to)
Epiphytes in our cities, indicators of urban pollution — 7:1, pp. 28, 30
Sensitive clays, a costly engineering riddle — 7:2, pp. 10, 12, 14
Radio galaxies: the astronomer's quest continues — 7:2, pp. 27, 29, 30
Peat moss, nature's cleanser — 7:3, pp. 28, 30
Wind-up of the International Biological Program. Logging nature's ways — 7:5, pp. 16, 18, 20, 22
"Mission St. Lawrence", an interdisciplinary approach — 7:5, pp. 4, 6
Universités (aide à la recherche universitaire)
Les épiphytes de nos grandes villes, images de la pollution urbaine. 7:1, p. 29, 31
Les argiles sensibles, énigme onéreuse du génie civil. 7:2, p. 11, 13, 15
Les radiogalaxies. Les astronomes continuent de chercher. 7:2, p. 27, 29, 30
La tourbe, purificateur naturel. 7:3, p. 29, 31
Dans un contexte multidisciplinaire, "Mission Saint-Laurent". 7:5, p. 5, 7
Fin du Programme biologique international. Étude des processus énergétiques de la biosphère. 7:5, p. 17, 19, 21, 23
Viroid
The metavirus. On the edge of life — 7:4, pp. 28, 30
Viroïde
Le métavirus, resquilleur génétique. 7:4, p. 29, 31
Vitavax
Worldwide crop protection: Vitavax — synthesis to sales — 7:4, pp. 24, 26
Protection mondiale des récoltes: le Vitavax, de la synthèse à la vente. 7:4, p. 25, 27
Water Research
"Mission St. Lawrence", an interdisciplinary approach — 7:5, pp. 4, 6